

PATELLEKTOMIE UND IHRE ERGEBNISSE

Leonhard DÖDERLEIN

1903

Dissertations- und Fotodruck ANNELIESE SCHUBERT
Corneliusstraße 21 · 8000 München 5 · Telefon 2014774

Aus der Staatlichen Orthopädischen Klinik
der Universität München

Direktor: Prof. Dr.med. M. Jäger

Die Patellektomie und ihre Ergebnisse

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin
an der Ludwig Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von
Leonhard Döderlein

aus
München

München 1983

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

Berichterstatter: Priv.Doiz.Dr.med.C.J.Wirth

Mitberichterstatter: Prof.Dr.med.M.Jäger

Dekan: Prof.Dr.med.W.Spann

Tag der mündlichen Prüfung: 22.3.1983



	SEITE
1.ENTWICKLUNGSGESCHICHTE UND ANATOMIE DES FEMOROPATELLARGELENKES	1
1.1.Entwicklung des Femoropatellargelenkes	1
1.2.Anatomie der Patella und des Femoropatellargelenkes	1
1.3.Anatomie des M.Quadriceps femoris sowie der Weichteilstrukturen, die in Beziehung zum Femoropatellargelenk stehen	4
2.BIOMECHANIK DES FEMOROPATELLARGELENKES NACH LITERATURANGABEN	8
2.1.W.Bandi	8
2.2.H.Kaufer	9
2.3.A.Fürmaier	10
2.4.Goodfellow und Hungerford	11
2.5.Matthews, Sonstegard und Henke	12
2.6.Goymann, Hasters und Heller	13
2.7.H.Haxton	13
2.8.G.Smidt	14
2.9.R.Denham	15
2.10.P.Maquet	16
2.11.Frankel und Nordin	18
2.12.Darstellung der Größe der femoropatellaren Kompressionskraft	19
2.13.Darstellung von femoropatellarer Kraft und Umschlingungskräften der Quadricepssehne	20
2.14.Darstellung der femorotibialen Druckkräfte	21
2.15.Darstellung der Länge des Momentarmes der Streckkräfte im Kniegelenk	22
2.16.Darstellung der Quadricepsspannung	23
2.17.Maximalkräfte am Kniegelenk bei Bewegungen des täglichen Lebens	24
2.18.Bewegungsumfänge des Kniegelenkes bei Anforderungen des täglichen Lebens	24
2.19.Stichpunktartige Zusammenfassung der Biomechanik	25

	SEITE
3.EIGENE UNTERSUCHUNGEN ZUR FUNKTIONELLEN ANATOMIE DER PATELLA	27
3.1.Passive und aktive Haltemechanismen der Patella	27
3.1.1.Passive Mechanismen	27
3.1.2.Aktive Mechanismen	29
3.2.Die Öffnungs- bzw. Schlußkreiselung im Kniegelenk	31
3.2.1.Die Bedeutung der Kreiselungsbewegung	31
3.2.2.Beschreibung der Kreiselungsbewegung	32
3.3.Beschreibung der femoropatellaren Kon-taktzonen	36
3.4.Pathomechanik der Patellectomie	37
4.HISTORISCHES ZUR PATELLECTOMIE	40
5.technik und Indikation der PATELLECTOMIE	41
6.ERGEBNISSE DER PATELLECTOMIE	46
6.1.Bewertungsstufen	46
6.2.Tabellarische Übersicht von 31 Literatur-veröffentlichungen	47
6.3.Ergebnisse,geordnet nach Indikationen	51
6.4.Darstellung der Spätresultate	51
6.5.Vergleich der Operationstechniken	52
6.6.Vergleich von Früh-und Spätmobilisation	53
7.EIGENE NACHUNTERSUCHUNGEN	54
7.1.Krankengut	54
7.1.1.Indikationen	54
7.1.2.Seitenlokalisation	55
7.1.3.Ursachen der Trümmerfrakturen	55
7.1.4.Durchschnittsalter der Patienten bei den verschiedenen Indikationen	55
7.1.5.Patellectomie-Technik	55
7.1.6.Postoperative Komplikationen	56
7.1.7.Dauer des stationären Aufenthaltes	56
7.1.8.Nachbehandlung	57

	SEITE
7.2.Ergebnisse der Nachuntersuchung	57
7.2.1.Methodik der Nachuntersuchung	57
7.2.2.Fallbeschreibungen	60
7.2.3.Tabellarische Zusammenstellung der nachuntersuchten Fälle	87
7.3.Zusammenfassung der Nachuntersuchungsergebnisse	90
7.3.1.Gesamtergebnis,aufgeteilt nach Indikationen	90
7.3.2.Zeitraum zwischen Operation und Nachuntersuchung	90
7.3.3.Postoperative Arbeitsunfähigkeit	90
7.3.4.Postoperative Therapie	91
7.3.5.Subjektive Beschwerden	91
7.3.6.Objektive Befunde	91
7.3.7.Röntgenologische Befunde	92
7.3.8.Graphische Darstellung der Befunde	93
7.3.9.Analyse der schlechten Resultate	95
8.SCHLUSSEBETRACHTUNG	96
9.ZUSAMMENFASSUNG	99
10.LITERATURVERZEICHNIS	100



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41554013_0042

1. ENTWICKLUNGSGESCHICHTE UND ANATOMIE DES FEMOROPATELLARGELENKES

1.1. Entwicklung des Femoropatellargelenkes (nach Baumgartl; Pfeil):

Schon mit einer Scheitel-Steiß-Länge (SSL) von 19 mm zeigt der menschliche Embryo die Urform des Kniegelenkes. Bei 25 mm SSL sehen wir die erste Anlage der Patella, die an die Streckmuskulatur angelagert ist und völlig unabhängig von Tibia und Fibula ist. (Dies ist ganz im Gegensatz zum Olecranon am Ellbogengelenk) Bei 35-41 mm SSL beginnt sich ein Gelenkraum auszubilden, das Femoropatellargelenk deutet sich an. Die Vorderseite der Patella ist zu diesem Zeitpunkt scharf gegen die Quadricepssehne abgegrenzt, die kontinuierlich über die Patella hinwegzieht. Beim Feten von 115-145 mm SSL stellt sich der Quadriceps mit seinen Einzelmuskeln dar, die *retinacula patellae* sind erkennbar, und die Quadricepssehne zieht als dicker Strang über die Vorderfläche der Kniescheibe hinweg.

Nach der Geburt setzt die Ossifikation der Patella um das dritte Lebensjahr ein. Sie fängt in mehreren Verknöcherungszentren an, die miteinander verschmelzen. Die Verknöcherung der Patella ist mit etwa 10 Jahren beendet.

1.2. Anatomie der Patella und des Femoropatellargelenkes:

Die Kniescheibe ist ein in der Sehne des *m. quadriceps* gelegener, beidseits abgeplatteter, etwa dreiseitiger Knochen, dessen Spitze (*apex patellae*) distalwärts gerichtet ist, während die Basis nach proximal sieht. Auf der Vorderfläche der Patella erkennen wir längsverlaufende Leisten und Rinnen, die von einzelnen Knochenkanälchen, die senkrecht in die Tiefe ziehen, unterbrochen werden. Die Leisten und Rinnen entstehen durch den Druck der über die Patella hinwegziehenden Anteile der Quadricepssehne. Die Knochenkanälchen führen ernärende Gefäße aus dem präpatellaren Gefäßnetz. (Abb. 1)

Die Rückfläche der Patella wird zum Großteil von der Überknorpelten *facies articularis* eingenommen. Lediglich der distale dreieckige Patellarpol ist knorpelfrei. (Abb. 2)

Die Abmessungen der Patella unterliegen großen Schwankungen: die Länge reicht von 45 bis 60 mm, die Breite von 49 bis 60 mm und die Dicke von 20 bis 34 mm. (Fick; Pfeil).

Die Gelenkfläche der Kniescheibe besitzt den dicksten Knorpelüberzug aller Gelenke des menschlichen Körpers, und zwar im Bereich des vertikal verlaufenden, keilförmig nach dorsal vorspringenden Firstes (Dicke 5,4-6,4 mm), der die Patellarückfläche in eine größere laterale, eher konkav geformte Facette und in eine kleinere mediale, eher konvex geformte Facette unterteilt.

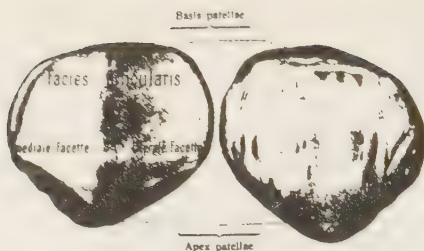


Abb. 1 (nach Rauber-Kopsch)

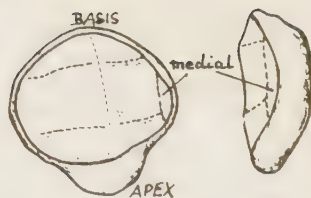


Abb. 2 (nach Schneider)

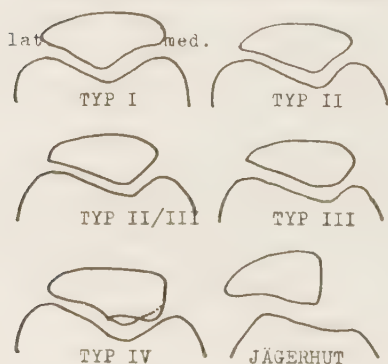
Beide Facetten können manchmal wiederum in je drei Felder sowie einen medialen Randstreif am Innenrand der medialen Facette unterteilt werden (Pick; Schneider; Goodfellow).

Zu den angeborenen Veränderungen der Kniescheibe gehören das Fehlen und die Hypoplasie des Knochens. Das Fehlen der Kniescheibe ist meist mit anderen Mißbildungen vergesellschaftet. Nach Jonasch und Baumgartl soll es mit einer Quadricepsschwäche verbunden sein. Die patella partita ist durch unvollständige Verschmelzung der Ossifikationszentren im Sinne einer Hemmungsmißbildung gekennzeichnet (Baumgartl). Die röntgenologisch abgetrennten Knochenbezirke treten bevorzugt im kranial-lateralen und im lateralen Abschnitt der Kniescheibe auf.

Kriterium für einen Hoch- bzw. Tiefstand der Patella ist auf seitlichen Röntgenaufnahmen das Verhalten der apex patellae zur "Blumensaatlinie".

Wiberg beschrieb als erster die verschiedenen Formen der Kniescheibe auf röntgenologischen Tangentialaufnahmen des Kniegelenkes. Er schlug nachstehende Einteilung vor, deren Prinzip die Entwicklung der medialen Patellarfacette ist.

Die verschiedenen Kniescheibenformen (nach Baumgartl) Abb. 3



Je mehr die Formen der Kniescheibenfacetten mit denen der gegenüberliegenden Oberschenkelrolle übereinstimmen, umso geringer ist die Druckbelastung pro Flächeneinheit des Gelenkknorpels. Deshalb sind die Typen I und II gut belastungsfähig, die übrigen Typen neigen zur Überlastung.

Die Kniescheibengleitbahn am distalen Femurende setzt sich aus der facies patellaris femoris und aus der durch den sulcus terminalis beidseits davon abgetrennten fossa intercondylica, die zum Großteil schon zur femorotibialen Gelenkfläche gehört, zusammen. Der Weg, den die Patella von voller Streckung zu maximaler Beugung zurücklegt, beträgt 7-8 cm (Fick; Kapandji; Frankel u. Nordin). Die facies patellaris femoris ist sattelförmig gestaltet. In der Sagittalebene setzt sich bei ihr die Krümmung der Femurkondylen fort, zwischen denen sie zu einer flachen Mulde einsinkt. Diese Mulde bildet die Führungsrinne für den Kniescheibenfirst in den Anfangsgraden der Beugung. Die Knaufen des Sattels werden von den Vorderenden der Femurkondylen gebildet, von denen der laterale weiter nach ventral vorragt und mit seinem Knorpelüberzug weiter nach proximal reicht als der mediale. Die Kniescheibengleitbahn des Femurs ist von den Femurkondylenflächen, die mit dem Tibiaplateau artikulieren je durch eine linea condylopatellaris (oder terminalis) lateralis (stärker ausgeprägt) und medialis getrennt, wobei die linea condylopatellaris medialis ca. 1 cm weiter ventral liegt (Die Bedeutung dieser Tatsache wird später erklärt). Die Knorpeldicke der facies patellaris femoris beträgt in den zentralen Partien bis zu 3,5 mm und nimmt nach peripher hin ab (Fick; Lanz; Rauber-Kopsch).

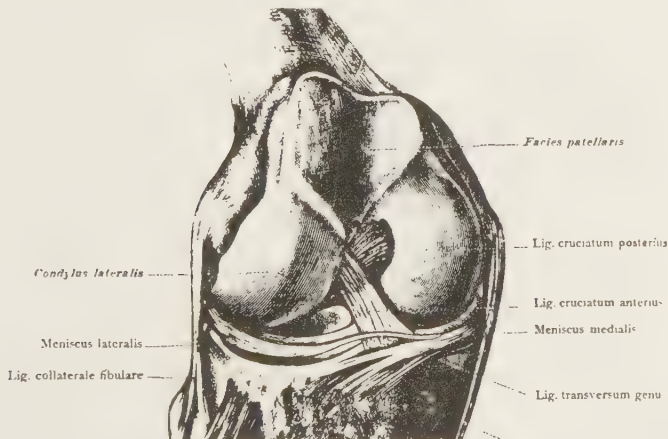


Abb. 4 Die Kniescheibengleitbahn am distalen Femur (nach Toldt)

1.3. Anatomie des M. quadriceps femoris sowie der Weichteil- und Sehnenstrukturen, die in Beziehung zum Femoropatellargelenk stehen:

Da der M. quadriceps femoris anatomisch und funktionell auf das Engste mit der Kniescheibe in Verbindung steht, soll sein Aufbau näher dargestellt werden:

Von den vier Köpfen des Muskels ist der M. rectus femoris als einziger zweigelenkig. Er entspringt mit einer geraden Sehne an der spina iliaca anterior inferior und mit einer zweiten quer verlaufenden Sehne oberhalb des acetabulum coxae. Der Muskel ist auf seiner Rückseite im gesamten Verlauf sehnig und hat bis zum distalen Ende des Muskelbauches keinerlei Verbindung zu den Vastusmuskeln. Erst unterhalb davon strahlen schräg von lateral und medial her Sehnenfasern der Mm. vastus med. und lat. in die Rectussehne ein. Hierbei nimmt die Menge der einstrahlenden Vastusfasern von proximal nach distal, d.h. gegen die Basis der Patella hin stark zu. Die Rectussehne wird nun unisolierbarer Teil der Quadricepssehne.

Der M. vastus med. entspringt vom distalen Teil der linea intertrochanterica, vom Labium mediale der linea aspera sowie nach distal hin vom Septum intermusculare med. Der Muskel verläuft in einer Spiralwindung absteigend um den Femurschaft herum, wobei der Faserverlauf nach distal zu immer flacher wird. Man kann an diesem Muskel zwei Teile unterscheiden: Einen proximalen Anteil mit steil verlaufenden Fasern, die von oben medial herkommend zum größten Teil in die Vastus intermedius-Sehne, zum geringen Teil direkt in die Rectussehne einstrahlen; dann einen distalen Anteil, dessen Fasern sich in flachem Bogen absteigend um den Femurschaft herumwinden, um sich dann in die Quadricepssehne knapp oberhalb der Patella, in die mediale Gelenkkapsel sowie in das Retinaculum patellae med. einzuweben. Der M. vastus lat. kommt von der lateralen Fläche des Trochanter major, von der Linea intertrochanterica, vom Labium laterale der Linea aspera sowie vom Septum intermusculare laterale, umschneidet den Femur von lateral her schräg absteigend und strahlt in seinem gesamten Verlauf von lateral her in die Sehne des M. vastus intermedius ein, die dadurch nach distal zu immer mächtiger wird. Einzelne Fasern strahlen auch in die distale Rectussehne ein.

Der M. vastus intermedius entspringt von der ventralen Fläche des Femurs und reicht mit seinem Ursprung nach proximal bis zur Linea intertrochanterica nach distal etwa bis zum Übergang mittleres-distales Femurdrittel. Regelmäßig bleibt die mediale Femurfläche

zwischen M.vastus medialis-und M.vastus intermedius-Ursprung muskelfrei. Der M.vastus intermedius folgt in seinem Verlauf dem Femerschaft, wobei die mehr oberflächlichen Muskelfasern in die Sehnenplatte, die den Muskel an seiner Oberfläche bedeckt, einstrahlen, während die tiefere Portion zahlreiche Fasern nach medial und lateral zu den benachbarten Vastusmuskeln entsendet. Die distalsten Faserbündel des M.vastus intermedius erreichen als M.articularis genus die Kuppei des Recessus suprapatellaris der Kniegelenkscapsel.

Die Quadricepssehne entsteht durch den Zusammenschluß der Endsehnen der vier oben beschriebenen Muskeln zu einer gemeinsamen Hauptsehne, die zum überwiegenden Teil an der Basis der Patella, und zwar an dem am weitesten ventral gelegenen Anteil des Kniescheibenoberrandes ansetzt. Hierdurch wird die gesamte Kniescheibendicke **mechanisch** wirksam. Die Rectussehne bildet die oberflächlichste Schicht der Quadricepsehne. Ihre zentralen Fasern ziehen in wechselnder Menge über die Kniescheibe hinweg und verursachen dadurch die oben beschriebenen Leisten und Furchen. Die seitlichen Faseranteile divergieren nach beiden Seiten der Kniescheibe und beteiligen sich als Kapselverstärkungen an der Bildung der Retinacula Patellae oder des sog. Reserverstreckapparates. Die zweite nächsttiefere Schicht der Quadricepsehne entsteht durch den Zusammenschluß der von medial und lateral her einstrahlenden Endsehnen der Mm.vastus med. und lat., welche sich dachziegelartig über die tiefste Schicht, die Sehne an der Oberfläche des M.vastus intermedius legen. (Abb.5)

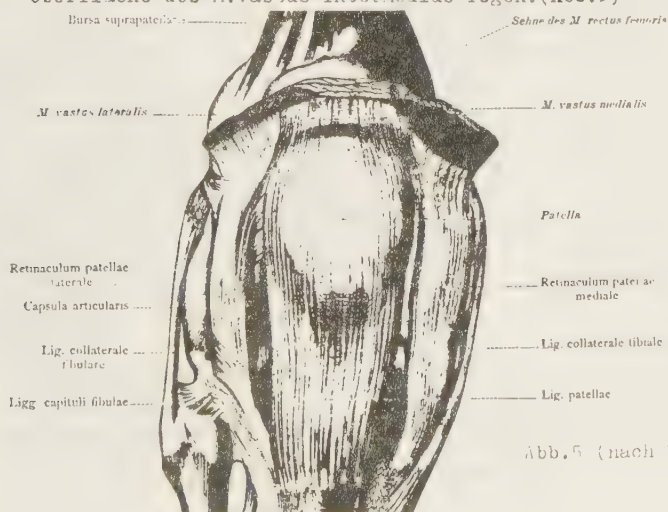


Abb.5 (nach Tolat)

Die Kniescheibe ist in den allseitig durch bedeckende Sehnen, Sehnerausstrahlungen oder dichte Fascien verstärkten Schlauch der Kniegelenkscapsel eingelassen. Die Gelenkscapsel setzt allseits dicht am Knorpelrand der Patella an, so daß die knorpelfreie Apex Patellae extrakapsulär liegt. Um einen stufenfreien Übergang von der Quadricepssehne zur Patella zu schaffen, ist der Raum zwischen Capselansatz und Quadricepssehne im Bereich der Basis der Patella, der in seiner Dicke der Patelladicke entspricht, von derbem Fettgewebe ausgefüllt. Oberhalb des Kniescheibenlagers zieht die Capsel, fest mit der Rückfläche der Quadricepssehne verwachsen, noch ca. 8 cm hinauf und schlägt sich dann auf die gegenüberliegende Femurvorderfläche um, mit der sie durch lockeres Verschiebegewebe verbunden ist, um dann ca. 1 cm vom oberen Knorpelrand der femoropatellaren Gelenkfläche des distalen Femurendes entfernt zu inserieren. Die Gleitschicht zwischen Quadricepssehne und Femurvorderfläche wird so durch Einziehung der Bursa suprapatellaris in die Gelenkhöhle vergrößert.

Die Kniescheibensehne (Tendo Patellae) befestigt die Kniescheibe in einem bestimmten konstanten Abstand an das Schienbein. Der derbe, platte Strang verläuft vom unteren Pol der Patella, die Apex einhüllend, bei gestrecktem Kniegelenk in leicht von proximal medial nach distal lateral weisender Richtung zur Tuberositas tibiae. Die Bedeutung dieser wichtigen Feststellung wird später erklärt. Die Breite des Kniescheibenbandes beträgt proximal etwa 3 cm, distal am Ansatz dagegen nur 2-2,5 cm. Die Dicke der Patellarsehne variiert von 3-8 mm, ihre Länge mißt im Durchschnitt 4,5 cm. (Pick). Die Kniescheibensehne ist an ihrer Rückseite mit dem Hoffa'schen Fettkörper verwachsen. In ihrem distalen Teil liegt sie dem in der Sagittalebene nach dorsal zu abgeschrägten vorderen Rand des Tibiaplateaus an, von dem sie durch einen Schleimbeutel getrennt ist.

Der seitliche Band- und Halteapparat der Retinacula Patellae lat. und med. entsteht durch Ausstrahlungen der Fascia lata, des Tractus iliotibialis sowie von Sehnenfasern des M. quadriceps. Nach R. Pick unterscheiden wir: (Vergleiche Abb. 6-8)

- 1) oberflächliche, bogenförmig verlaufende, nach ab- und seitwärts konvexe, gegen die Mitte der Patella bzw. gegen die Tuberositas tibiae divergierende Faserzüge, die lateral besonders kräftig ausgeprägt sind, wo sie dem Tractus iliotibialis angehören. Es sind dies die distalen anterioren Faseranteile des Tractus. Die poster. Fasern verlaufen mit kräftigen oberflächlichen Anteilen zur Tuberositas tracti iliotibialis der Tibia (Tuberculum Gerdy), tiefe Faseranteile ziehen als sog. "Kaplan-Fasern"

als Septum intermusculare lat. zum Labium lat. der Linea aspera femoris.

2) vertikale, sehnige Haltebänder der Kniescheibe, die von der Basis der Patella und von ihren Seitenrändern senkrecht an das Schienbein distalwärts ziehen. Diese vertikalen Haltebänder lassen sich teils in die Rectussehne, teils in die Vastussehne der gegenüberliegenden Seite verfolgen, wobei die Faserkreuzung oberhalb der Patella stattfindet (Scherengittermechanismus).

3) horizontale, tief gelegene Kniescheibenhaltebänder (Retinacula patellae horizontalia profunda), die direkt der Kapsel aufliegen und die horizontal von den Femurepikondylen herkommend in fächerartig divergierender Weise an den Seitenrändern der Kniescheibe ansetzen. Sie können manchmal beim gestreckten, entspannten Kniegelenk am Lebenden gefühlt werden.

Der infrapatellare Fettkörper springt beidseits des Kniescheibenbandes als mächtiges, von Synovialis überzogenes Fettpolster keilförmig in den Gelenkraum vor. In der Mitte weist er in der Verlängerung des Patellarfirstes einen Einschnitt auf. Nach proximal reicht der Fettkörper bis zum unteren Kniescheibenrand, wobei er die knorpelfreie Apex Patellae einhüllt. Seitlich der Kniescheibe ziehen Ausläufer des Fettkörpers nach proximal und umrahmen gewissermaßen die Patella (Fick).

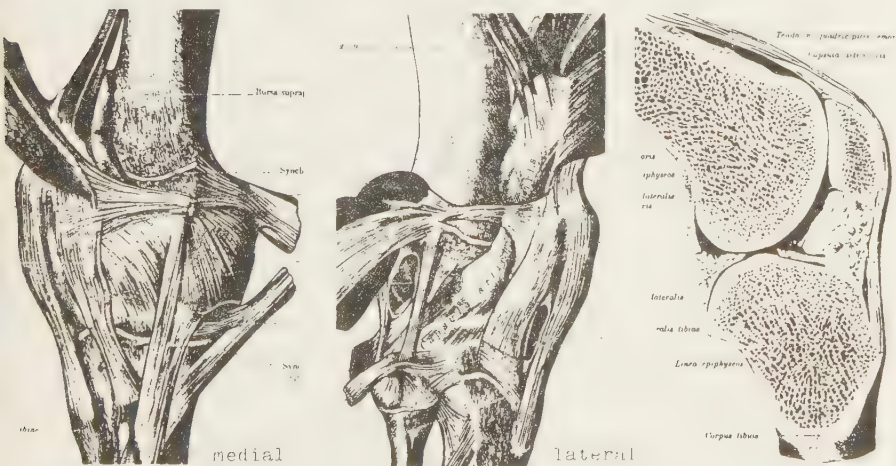


Abb. 6-8: Darstellung der Retinacula Patellae sowie des infrapatellaren Hoffa'schen Fettkörpers (nach Tolbt)

2. BIOMECHANIK DER PATELLA NACH LITERATURANGABEN

Die Veröffentlichungen über die Mechanik der Patella werden im Folgenden getrennt dargestellt, wobei Übereinstimmungen nicht wiederholt werden, sondern jeweils nur die Punkte angeführt werden, die neue oder abweichende Ergebnisse beinhalten. Eine getrennte Darstellung erscheint sinnvoll, weil dadurch die Problematik, aus verschiedenen Blickwinkeln betrachtet, sich für den Leser zu einem besseren Gesamtbild zusammenfügt.

Folgende Veröffentlichungen wurden herangezogen:

Bandi; Denham; Frankel und Nordin; Fürmaier; Goodfellow und Hungerford; Goymann; Haxton; Kaufer; Matthews; Maquet; Schmidt-Ramsin; Smidt;

2.1. Bandi: Am Kniegelenk wirken hohe Druckkräfte sowohl zwischen

Patella und Femurkondylen als auch zwischen Femurkondylen und Tibiakopf. Nach Bandi bestehen zwei grundsätzlich verschiedene Bewegungsphasen im Femorotibialgelenk: Von 0 bis 20 Grad Beugung eine Abrollbewegung (Querachse der Bewegung liegt im Gelenkspalt), ab 20 Grad geht die Abrollbewegung in ein Gleiten über, wobei die wandernde Querachse innerhalb der Femurkondylen liegt. (Bandi betrachtet medialen und lateralen Femurkondylus nicht getrennt im Bezug auf die Bewegung in den ersten Beugegraden!)

"Das Drehmoment der Streckkräfte ist abhängig von der Länge der aus der Kniegelenksquerachse auf das Ligamentum Patellae gefällten Senkrechten"! Das Drehmoment der Streckkräfte ändert sich mit dem Beugegrad des Kniegelenkes und entsprechend ändert sich auch die Kraft, die zur Annullierung der Beugekräfte nötig ist."

Als Beugekräfte wirken Körpergewicht und Bodendruck. Je weiter der Schwerpunkt des Körpers nach dorsal rückt, desto größer wird das Drehmoment und desto größer müssen die zur Annullierung nötigen Streckkräfte sein. Entsprechend muß der femoropatellare Druck ansteigen. Herrscht am gebeugten Knie des Standbeines Gleichgewicht, so ist die Zugkraft der Quadricepssehne gleich der Zugkraft im Ligamentum Patellae (Im Gegensatz zu Denham!! N.B.: Dies kann nur gelten, solange keine Umschlingung der Quadricepssehne am Femur stattfindet, d.h. nur bis etwa 60 Grad Beugung). Zur Vereinfachung der Berechnung nimmt Bandi an, daß sich der Streckapparat des Kniegelenkes um eine Rolle schlinge. Diese drehe sich mit dem Radius r -Momentarm um die Querachse des Kniegelenkes. Bandi findet andere Längen des Quadriceps-Momentarmes als andere Autoren (Vergleiche die Übersicht unten; ebenso werden am Ende der Literaturübersicht femoropatellare Kompressionskräfte, femorotibiale Druckwerte sowie die Zugkräfte an der Quadricepssehne im tabellarischen Vergleich gegenübergestellt.)

Das beste Drehmoment der Patella liegt nach Bandi bei 30 Grad Beugung (In Übereinstimmung mit Fürmaier, Smidt und Haxton). Liegt der Schwerpunkt senkrecht über dem Hüftgelenk, so errechnet Bandi femoropatellare Druckwerte von 120 kp bei 30 Grad Beugung, die auf über 650 kp bei 110 Grad Beugung ansteigen. Natürlich ist ein Vergleich der femoropatellaren Druckwerte nur im Zusammenhang mit femoropatellaren Kontaktzonen sinnvoll. Zudem muß unbedingt die Umschlingung der Quadricepssehne ab ca. 60 Grad Beugung berücksichtigt werden. Beides wurde von Bandi jedoch außer Acht gelassen.

2.2. Kaufer: Er versucht das Ausmaß, in dem sich die Streckfunktion des M. Quadriceps vor und nach Patellektomie unterscheidet, experimentell darzustellen. Hierfür werden 8 frische Amputationspräparate ohne Rigor verwendet. Bei voller Streckung liegt nach Patellektomie die gemeinsame Quadriceps-Patellarsehne näher am Drehpunkt des Kniegelenkes (Abb. 9). Somit ist der Momentarm kürzer. Zunächst werden die Längen des Momentarmes vor und nach Patellektomie bei verschiedenen Beugegraden bestimmt (0, 30, 60, 90, 120 Grad). Dann wurde die Größe des an der Quadricepssehne angreifenden Gewichtes bestimmt, das jeweils nötig war, um aus den verschiedenen Beugegraden heraus volle Streckung zu erzielen. Hierbei wurde zunächst mit Patella, dann ohne Patella gearbeitet, wobei der Effekt verschiedener Patellektomietechniken dargestellt wurde. Kaufer kommt zu dem Ergebnis, daß bei allen Beugegraden der Momentarm mit Patella größer ist als ohne. Mit zunehmender Streckung wird der Beitrag der Kniescheibe zum Momentarm immer größer. Das bedeutet, daß nach Patellektomie besonders in den Endgraden der Streckung eine größere Kraft erforderlich ist (Dies korreliert auch mit klinischen Befunden, vgl. später). Als die vorteilhafteste Methode hat sich eine experimentelle Kombination von Patellektomie mit End zu End-Naht der Quadricepssehne an das Ligamentum Patellae mit einer Ventralisation der Tuberositas Tibiae nach Maquet erwiesen. Bei Streckung kommt der mechanische Effekt der Patella viel deutlicher zum Tragen als bei Beugung, wo die Kniescheibe in die Fossa intercondylaris einsinkt und somit die Patellarsehne nur wenig nach vorne versetzt.

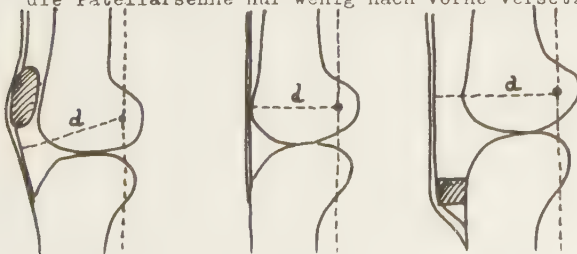


Abb. 9
(nach Kaufer)

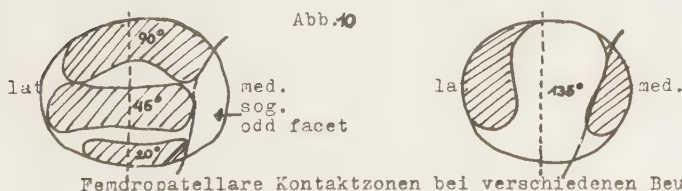
2.3. Fürmaier: Er bestimmt anhand von Röntgenpausen rechnerisch eine Vielzahl von Kräften, die am Kniegelenk mit und ohne Patella wirksam werden und vergleicht sie miteinander. Es werden bestimmt: der Auflagedruck der Tibia

die Zugkraft am hinteren Kreuzband
die Zugkraft am Liganentum Patellae
der Auflagedruck Femur/Patella
die Quadricepsspannung (Quadricepssehne)
die Resultierende der Druckkräfte der
Quadricepssehne auf das Femur (Resultierende der Umschlingungskräfte)

Alle diese Berechnungen werden bei verschiedenen Beugegraden des Kniegelenkes mit und ohne Patella berechnet. Der Momentarm der Streckkräfte ist stark abhängig vom Vorhandensein, von Form und Lage der Patella (Patella alta ist ungünstig). Fürmaier bemerkt ebenso wie Denham (s.u.), daß die Zugkraft in der Patellarsehne (bei vorhandener Patella) kleiner ist als die in der Quadricepssehne. Nach Patellektomie ist dementsprechend die Zugkraft oberhalb der Umschlingungsstelle der Quadricepssehne am Femur größer als unterhalb davon (Man kann die Bewegung ja nicht mit der einer reibungslosen Rolle gleichsetzen; diese Tatsache erscheint für die Sennennaht nach Patellektomie wichtig). Fürmaier läßt jedoch diesen Punkt außer Acht, er setzt nach Patellektomie die Zugkraft in der Quadricepssehne gleich der in der Patellarsehne. Folgende Ergebnisse Fürmaiers sollten festgehalten werden: Die Länge des Momentarmes, die ohne Patella sowieso geringer ist, nimmt mit zunehmendem Beugegrad des Knies ohne Kniescheibe rascher ab als mit. Der Auflagedruck am Tibia-plateau steigt nach Patellektomie mit zunehmender Beugung enorm an. Er wird mehr als doppelt so groß als mit Patella. In derselben Weise nehmen nach Patellektomie die Werte für Zug am hinteren Kreuzband, Umschlingungskraft am Femur und Zug an der Patellarsehne rapide mit steigender Beugung zu, und zwar auf jeweils über doppelt so hohe Werte wie mit Patella. Sobald sich die Quadricepssehne ab ca. 60 Grad Beugung um den Femur schlingt, nehmen Femoropatellarer Auflagedruck und Zug am Lig. Patellae langsamer zu (Schoneffekt). Gerade bei Beugstellungen jenseits der 90 Grad wirkt sich das Fehlen der Patella besonders nachteilig aus, weil hier die Momentarmvergrößerung durch die Patella relativ am größten ist (Ganz im Gegensatz zu Bandi, Käufer, Fick, Duboux).

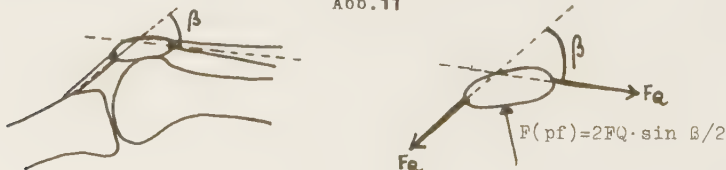
Da die Streckarbeit mit und ohne Kniescheibe immer gleich bleibt (Körpergewicht mal Hubhöhe), muß, wenn der Momentarm kleiner wird, die Zugkraft an der Quadricepssehne größer werden. Außerdem wird nach Patellektomie der Weg der Quadricepssehne von einer Kniestellung zur anderen kürzer, d.h. der M. Quadriceps muß nach Patellektomie sowohl mehr Kraft aufbringen als sich auch stärker kontrahieren, um dieselbe Bewegung wie mit Patella zu ermöglichen. Fürmaier behauptet, daß mit Kniescheibe die Belastung des Femorotibialgelenkes wesentlich geringer ist. Ein Fehlen der Kniescheibe wirkt sich besonders bei stärkerer Beugung sehr schädlich auf das Kniegelenk aus.

- 2.4. Goodfellow und Hungerford: Es werden die femoropatellaren Kontaktzonen bestimmt. Von der Streckung bis 90 Grad Beugung wandert die Kontaktzone an der Rückseite der Patella bandförmig von distal nach proximal. Bei stärkerer Beugung kommen neue, am medialen und lateralen Rand der Patellaknorpelfläche gelegene Zonen mit den gegenüberliegenden Femurknorpelflächen in Kontakt. Ab ca. 90 Grad kommt die Umlenkung der Quadricepssehne am Femur hinzu (Tendo-Femorale Kontaktzone). Diese Umschlingungskraft ist viel größer als die femoropatellare Kompressionskraft! Ab einem Beugewinkel von ca. 135 Grad taucht die Kniescheibe in die Fossa intercondylaris und dreht sich dabei etwas nach lateral (vertikale Achse). Durch diese Bewegung kommt die sog. odd facet in Kontakt mit der Innenseite des medialen Kondylus. Es wird der mögliche Zusammenhang zwischen der odd facet und der typischen Lage der Osteochondrosis dissecans am Kniegelenk erwähnt (Vgl. Aichroth, Baumgartl). (Abb. 10)



2.5. Matthews, Sonstegard und Henke: Sie nehmen zur Problematik des Femoropatellargelenkes beim totalen Gelenkersatz Stellung. Es wird der Versuch unternommen, die Kräfte, die im Femoropatellargelenk bei normalen Bewegungen des täglichen Lebens entstehen sowie die Größe der femoropatellaren Kontaktzonen zu bestimmen. Die Beziehung zwischen Kniebeugewinkel und Quadricepssehnen- und Patellarsehnenwinkel wurde experimentell bestimmt (linear regress). Wenn man die Bewegung im Femoropatellargelenk der einer reibungslosen Rolle gleichsetzt, und damit die Zugkräfte in Quadriceps- und Patellarsehne gleichsetzt, läßt sich der femoropatellare Druck nach $F(pf) = 2FQ \cdot \sin \beta / 2$ bestimmen (Abb. 11). Um die Flächenbelastung zu errechnen, muß die Größe der femoropatellaren Kontaktzonen mit der Gegenfärbemethode bestimmt werden. Eine hohe Flächenpressung im femoropatellaren Gelenk, erzeugt durch starken Zug an der Quadricepssehne, vergrößert die Kontaktfläche deutlich bis maximal auf das Doppelte. Die femoropatellare Kontaktfläche in Prozent der gesamten Patellargelenkfläche steigt von 0 Grad (Streckung) bis 60 Grad steil an, wo sie etwa 28% der Patellargelenkfläche ausmacht. Von 60 bis 90 Grad bleibt sie etwa konstant (28%) und nimmt von da ab bis 120 Grad stark ab (Umschlingung der Quadricepssehne) auf ca. 13%. Die größten Kontaktflächen retropatellar treten also zwischen 40 und 90 Grad Beugung auf. Die Kontaktkräfte wurden nach der Formel: Kraftmoment, das auf das Femoropatellargelenk wirkt geteilt durch die Fläche der Patella, die im jeweiligen Beugewinkel belastet wird, berechnet. Rein rechnerisch treten die höchsten femoropatellaren Kompressionskräfte bei isometrischer Quadricepskontraktion bei 90 Grad auf. Hier sind die femoropatellaren Kompressionskräfte deutlich größer als die femorotibialen. Bei den Bewegungen des täglichen Lebens, die sich im allgemeinen nur in den leichten Beugegraden abspielen, sind femoropatellare und femorotibiale Kontaktkräfte etwa gleich, wobei die femoropatellaren Kontaktflächen jeweils deutlich kleiner sind als die femorotibialen. Im Hinblick auf die hohen femoropatellaren Drücke ist Vorsicht beim femoropatellaren Gelenkersatz geboten. Leider beachtete Matthews bei seinen Berechnungen die Umschlingung der Quadricepssehne am Femur ab ca. 60 Grad, die die femoropatellaren Kompressionskräfte abschwächt, nicht.

Abb. 11



2.6. Goymann, Masters und Heller: Sie kommen durch experimentelle Forschung zu dem Ergebnis, daß sich mit zunehmender Beugung das Verhältnis der aufliegenden Kontaktflächen von Quadricepssehne und Patella zugunsten der Quadricepssehne verschiebt. Daraus folgt, daß die hohen Druckwerte, die nach verschiedenen Berechnungsverfahren für das Femoropatellargelenk bei stärkeren Beugegraden angegeben werden, nicht allein retropatellar wirksam sind. Es wird die Größe der femoropatellaren Kontaktzonen in Abhängigkeit vom Beugewinkel des Kniegelenkes dargestellt. Dabei ist die Auflagefläche der Kniescheibe zwischen 40 und 60 Grad Beugung am größten. Da ab 60 Grad Beugung die Umlenkung der Quadricepssehne am Femur beginnt, wird die ab hier abnehmende femoropatellare Kontaktfläche ausgeglichen.

2.7. Haxton: Die Patella liegt nicht hinter der Quadricepssehne, sondern ein Großteil der Sehnenfasern inseriert an der Basis der Patella. Die Patellarsehne entspringt ihrerseits an der Apex Patellae. Experimentell werden an Leichenknien Ausmaß und Geschwindigkeit der Bewegung mit und ohne Patella bei Einwirkung konstanter Kräfte untersucht. Die Patellektomie wurde dabei mit zwei verschiedenen Techniken durchgeführt: Durch bloßes Ausschälen der Patella nach Längsincision der Streckaponeurose und einfacher Naht der Sehnenlücke oder durch Entfernung der Kniescheibe nach Querincision der Strecksehne und Vernähen von Quadricepssehne mit dem Ligamentum Patellae unter Verkürzung. Haxton kommt zu dem Ergebnis, daß besonders die endgradige Streckung durch die Patellektomie erschwert wird. Die Naht der Quadricepssehne an das Ligamentum Patellae erwies sich als günstiger als die einfache Ausschälung. In stärkeren Beugegraden hat die Patellektomie kaum Einfluß auf die Streckkraft (90 bis 120 Grad), bei den geringen Beugegraden ist die Patella dagegen sehr wichtig, ihre Entfernung macht sich besonders zwischen 0 und 30 Grad Beugung bemerkbar. Haxton zeigt, daß die Zugspannung in der Quadricepssehne vor und nach Patellektomie größer ist als in der Patellarsehne. Nach Patellektomie ist eine größere Kraft für die gleiche Bewegung nötig. Dies ist wichtig, weil die Nahtstelle der beiden Sehnen, die unterhalb der Umlenkung der Quadricepssehne am Femur liegt dadurch höheren Zugspannungen ausgesetzt ist als im natürlichen Zustand mit Patella. Weiterhin untersuchte Haxton an patellektomierten Patienten die Quadricepsmuskelfraft an beiden Knien in verschiedenen Beugestellungen. Die Streckkraft des normalen Knies war dabei am größten zwischen 0 und 60 Grad. Hier war die Kraft des Knies ohne Patella geringer.

Haxton empfiehlt eine strenge Indikationsstellung zur Patell-

ektomie. Unbedingt soll dabei das Ligamentum Patellae an die Quadricepssehne genäht werden, da der zentrale Sehnenanteil mehr Kraftanteile überträgt als die Retinacula (Smillie ist interessanterweise genau der gegenteiligen Meinung). Mit Kraftübungen und voller Belastung sollte erst nach voller Heilung der Sehnennaht begonnen werden, d.h. nicht vor 6 Wochen.

2.3. Smidt: Er nimmt an, daß die Zugkraft im Ligamentum Patellae gleich der Kraft in der Quadricepssehne ist (zur Vereinfachung der Berechnung). Folgende Kräfte im Kniegelenk werden experimentell bestimmt: Spannung in Kniebeugern und -streckern, Kompressions- und Scherkräfte im Tibiofemoralgelenk,

Kompressionskraft im Femoropatellargelenk;

Das stärkste Extensorendrehmoment tritt zwischen 45 und 60 Grad Beugung auf. (Es wird experimentell das Drehmoment von 0 bis 90 Grad Beugung bestimmt, wobei exzentrische, isometrische und konzentrische Quadricepskontraktion miteinander verglichen werden). Die Zugspannung im Ligamentum Patellae nimmt von 0 bis 90 Grad Beugung stetig zu. Die Größe der Kompressions- und Scherkräfte im Tibiofemoralgelenk ist abhängig vom Gewicht, das auf dieses Gelenk übertragen wird und dem Winkel, den Ligamentum Patellae einschließen (bei Extension) bzw. dem Kniebeugewinkel (bei Flexion). Die stärkste anteriore Scherkraft, also eine Kraft, die die Tibia gegenüber dem Femur nach vorne zu verschieben trachtet, tritt bei 15 Grad Beugung auf (mit Patella!), die stärkste posteriore Scherkraft, also eine Kraft, die die Tibia gegenüber dem Femur nach hinten zu verschieben trachtet, tritt bei 90 Grad auf (Smidt mißt nur bis 90 Grad). Die posteriore Scherkraft steigt mit zunehmender Beugung stetig an. Ohne Patella ist sie größer. Die tibiofemorale Kompressionskraft steigt ebenfalls mit zunehmender Beugung stetig an. Die Lokalisation der femoropatellaren Kompressionskraft ist abhängig von der Lage der Kniescheibe zu den gegenüberliegenden Femurkondylen. Der Weg, den die Kniescheibe zwischen 0 und 90 Grad zurücklegt, beträgt durchschnittlich 7,4 cm. Die femoropatellare Kompressionskraft ist zu Beginn der Beugung am geringsten und steigt bis 45 Grad rasch an, um dann bis 90 Grad etwa konstant zu bleiben (Umwicklung der Strecksehne).

- 15 -

Die Richtung der femoropatellaren Kraft beeinflusst die femorotibiale Kompression, die posteriore Scherkraft, die axiale Kompression des Femurs und die Zugkraft in der Quadricepssehne. Jede Richtungsänderung der femoropatellaren Kraft, wie sie z.B. durch Patellektomie bewirkt wird, produziert abnorme Gelenkbelastungen. Beim gebeugten Knie ist die femoropatellare Kompression bedeutend größer als die femorotibiale. Nach Patellektomie steigt die Zugkraft im Ligamentum Patellae um 30% an. Die Resultierende der Streckkräfte erhält eine andere Richtung, nämlich die Winkelhalbierende der Extensorenentwicklung. Hierdurch ändern sich auch die anderen Kräfte am Kniegelenk. Insbesondere die dorsalen Verschiebekräfte steigen bis zu 250% an, aber auch die femorotibiale Kompression nimmt zu (14%). Denham macht darauf aufmerksam, daß nach Patellektomie das gesunde Knie favorisiert wird und entsprechend mehr zu leisten hat. (Hierdurch werden Nachuntersuchungsergebnisse natürlich verzerrt). Eine Ventralisation der Tuberositas Tibiae, wie sie Käufer empfiehlt, würde zwar femoropatellare Kompression und Zugspannung in der Quadricepssehne reduzieren, die tibiofemorale Kompression und die posterioren Scherkräfte würden dagegen ansteigen (Nach Patellektomie wäre der Anstieg noch viel größer).

2.10. Maquet: Er bemerkt, daß die Resultierende der Kräfte, die über Ligamentum Patellae und Quadricepssehne auf die Knie-scheibe wirken, gegen die Femurgelenkfläche gerichtet ist. Diese femoropatellare Kompression, die er rechnerisch und graphisch bestimmt, erreicht während der Gangphase maximal das dreifache des Körpergewichtes. Besonders hoch ist diese Kraft (R5 in den unten angegebenen Schemata) bei stärkerer Kniebeugung. Zur Patellektomie meint Maquet, daß hier ein erhöhtes Risiko der Strecksehnenruptur besteht, weil der Muskel infolge der ungünstigeren Mechanik eine größere Kraft aufzubringen hat, um den beugenden Kräften das Gleichgewicht zu halten. Die vektorielle Summe der Beuge- und Streckkräfte liefert die femorotibiale Kompressionskraft. Diese wird nach Patellektomie deutlich größer, wodurch das Risiko einer vorzeitigen Arthrose des Femorotibialgelenkes steigt. Eine Vorverlagerung der Tuberositas Tibiae schafft durch Verlängerung des Momentarmes ein günstigeres Drehmoment, wodurch sowohl femoropatellare als auch femorotibiale Kompressionskräfte verringert werden (im Ggs. zu Denham, der meint, die femorotibiale Kompression steige dadurch leicht an).

zu 2.10.(Maquet): Abb.13

SCHEMA I: Veränderung der Hebelarme bei verschiedenem Beugegrad

Mv=Quadricepsspannung

Pa=Spannung im Lig.Patellae

R5=Resultierende von Mv und Pa

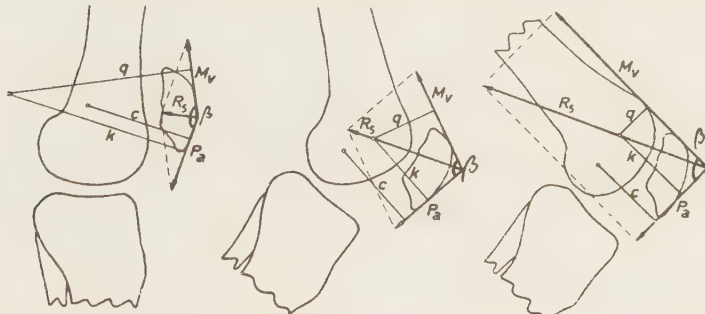
q=Hebelarm der Kraft Mv, die auf die Patella wirkt

k=Hebelarm der Kraft Pa, die auf die Patella wirkt

c=Hebelarm der Kraft Pa, die auf das Femorotibialgelenk wirkt

β =Winkel, den die Kräfte Mv und Pa einschließen

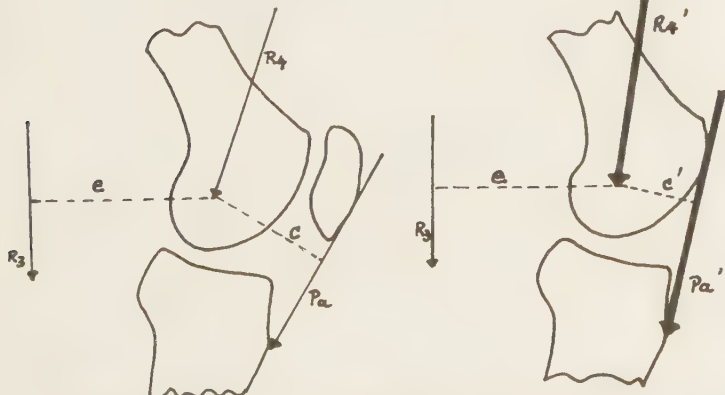
BEACHTET: Die Werte für Pa und Mv differieren mit zunehmender Beugung erheblich. Je kürzer der Momentarm von Mv und je kleiner der Winkel β , umso größer wird die femoropatellare Kompressionskraft R5.



SCHEMA II: Veränderung des femorotibialen Auflagedruckes nach Patellektomie:

MIT PATELLA

OHNE PATELLA



R3=Resultierende der beugenden Kräfte

e=Momentarm von R3; Pa=Zugkraft an der Patellarsehne

c=Momentarm von Pa; R4=Resultierende von R3 und Pa

(Femorotibiale Kompressionskraft)

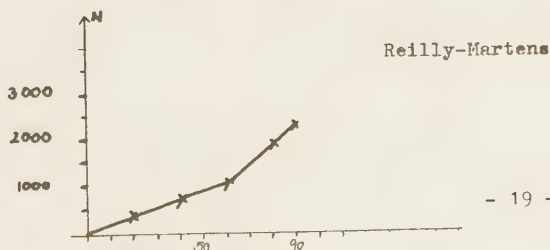
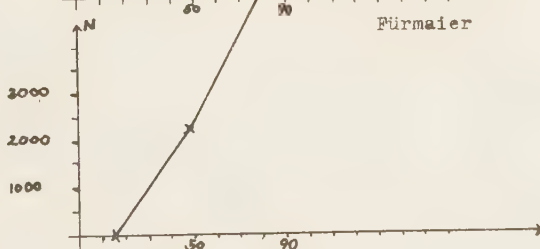
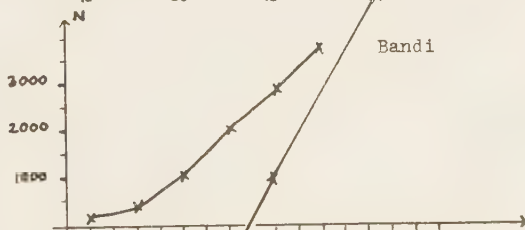
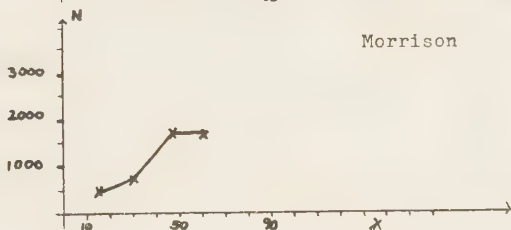
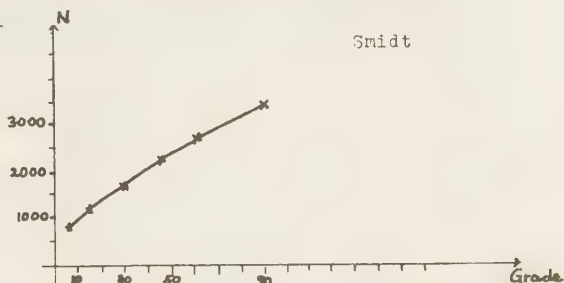
Im Gleichgewicht gilt: $R3 \cdot e = Pa \cdot c$; In jeder Stellung muß eine Verkürzung des Momentarmes c eine Vergrößerung von Pa nach sich ziehen.

2.11. Frankel und Nordin: Der Beitrag der Patella zur Vergrößerung des Quadricepsmomentarmes ist am geringsten bei voller Beugung. Er steigt mit zunehmender Streckung bis 45 Grad steil an, dann nimmt er wieder leicht ab. Dies bedeutet, daß sich der Quadriceps in den letzten 45 Grad bis zur vollen Streckung verstärkt kontrahieren muß, um dasselbe Drehmoment aufrechtzuerhalten. Nach Patellektomie muß der Muskel generell mehr leisten, da der Momentarm in allen Beugegraden kürzer ist, besonders betroffen sind aber die Anfangsgrade von 0 bis 60 Grad Beugung. Eine volle aktive Streckung erfordert vom Quadriceps 30% mehr Kraft, wenn die Patella fehlt. (Viel- leicht sind deshalb bei Nachuntersuchungen von patellekto- mierten Patienten die Kraftmessungen auf der operierten Sei- te stets schlechter) Je größer der Beugegrad des Kniegelenkes ist, umso größer muß die Quadricepskraft sein und umso größer wird die femoropatellare Kompression. Beim normalen Gehen auf ebenem Boden bleibt die femoropatellare Kompression gering (ca. 1/2 des Körpergewichtes), deutlich größer wird sie bei stärkerer Beugung (Treppensteigen: 3,3 faches Körpergewicht), wenn Beugegrade um 90 Grad erreicht werden.

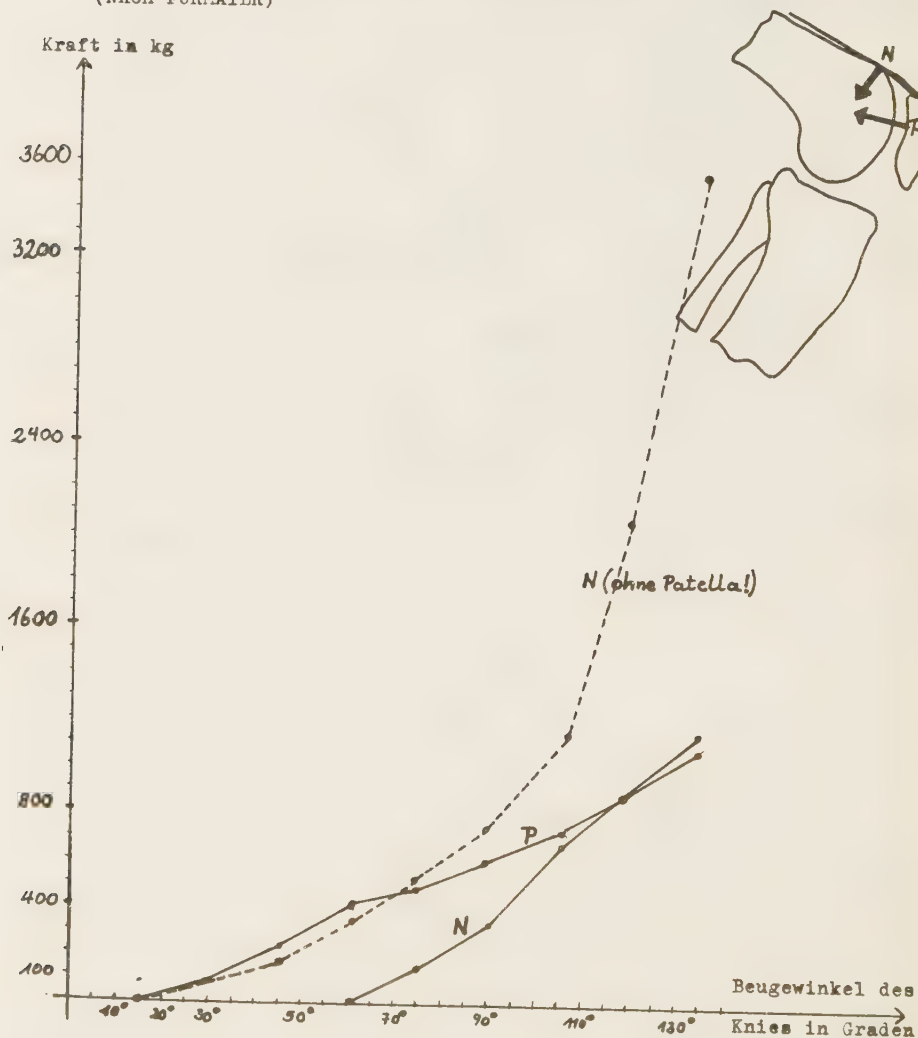
2.12. Darstellung der Größe der femoropatellaren Kompressionskraft abhängig vom Beugewinkel des Kniegelenkes

AUTOR WINKEL KRAFT IN NEWTON

Snidt	5°	795 N
	15°	1153 N
	30°	1697 N
	45°	2207 N
	60°	2609 N
	90°	3424 N
Morrison	15°	422 N
	30°	613 N
	45°	1756 N
	60°	1746 N
Bandi	10°	100 N
	30°	350 N
	50°	1000 N
	70°	2000 N
	90°	2800 N
	110°	3300 N
Fürmaier	15°	0 N
	45°	2200 N
	90°	6000 N
	135°	10000 N
Reilly-Martens	0°	0 N
	20°	350 N
	40°	600 N
	60°	1000 N
	80°	1800 N
	90°	2200 N

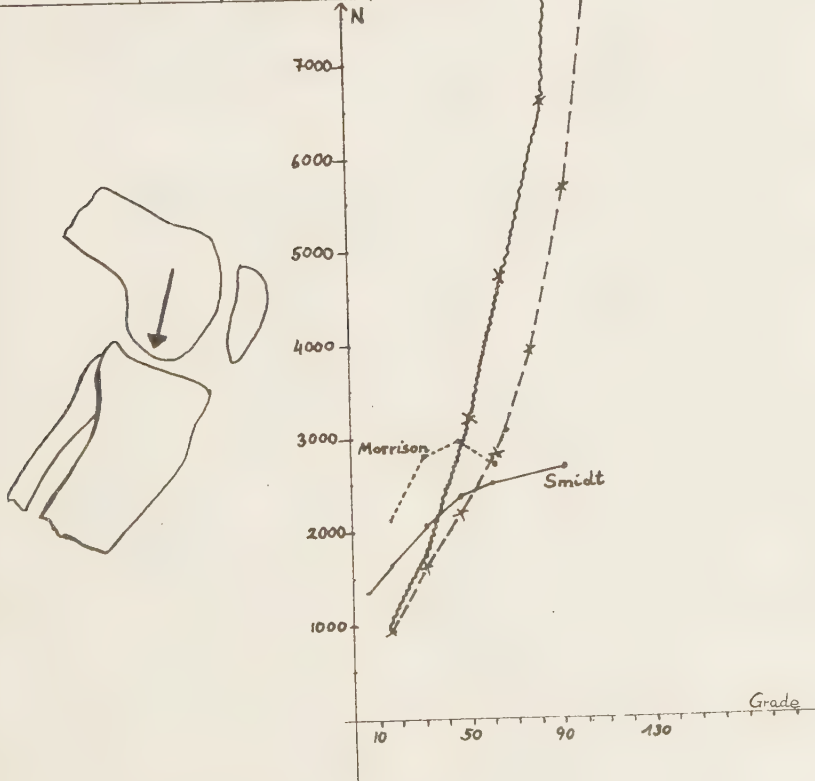


2.13 Darstellung der femoropatellaren Kompressionskraft (P) sowie der Umschlingungskräfte der Quadricepssehne auf der Femurrolle (N) mit und ohne Patella (Ohne Patella existiert N allein)
(NACH FÜRMAIER)



2.14. Darstellung der femorotibialen Druckkräfte bei verschiedenen Beugewinkeln des Kniegelenkes (mit und ohne Patella)

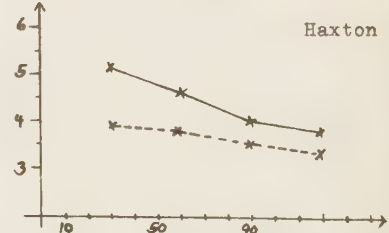
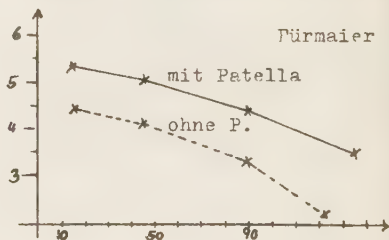
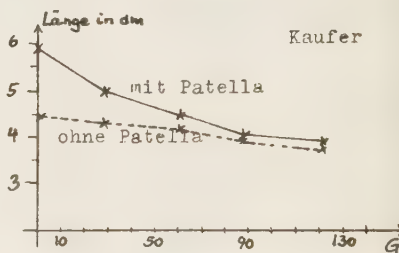
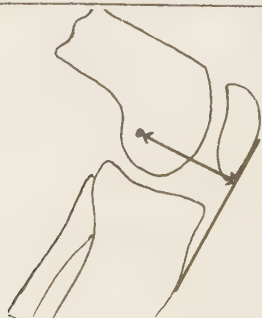
AUTOR	WINKEL	mit ohne	
		KRAFT (Patella)	(Patella)
Fürmaier	15°	940 N	940 N
	30°	1550 N	1700 N
	45°	2260 N	3200 N
	60°	2300 N	4700 N
	75°	3900 N	6500 N
	90°	5600 N	9300 N
	120°	11500 N	25000 N
	135°	16900 N	64000 N
Snidt	5°	1294 N	
	15°	1648 N	
	30°	2040 N	
	45°	2325 N	
	60°	2462 N	
	90°	2693 N	
Morrison	15°	2109 N	
	30°	2786 N	
	45°	2963 N	
	60°	2668 N	



2.15 Darstellung der Längen des Momentarmes der Streckkräfte bei verschiedenen Beugstellungen des Kniegelenkes (mit und ohne Patella)

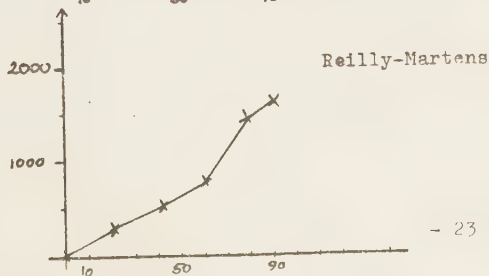
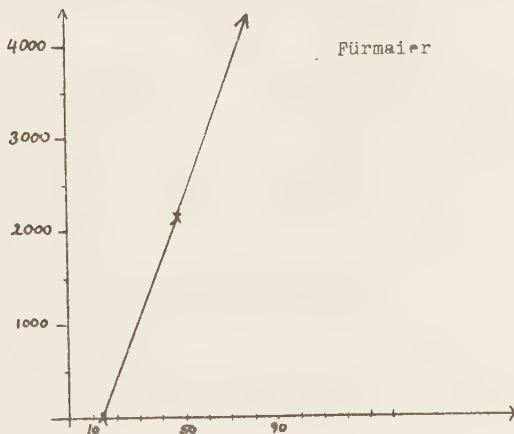
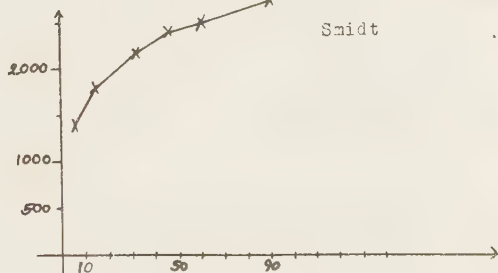
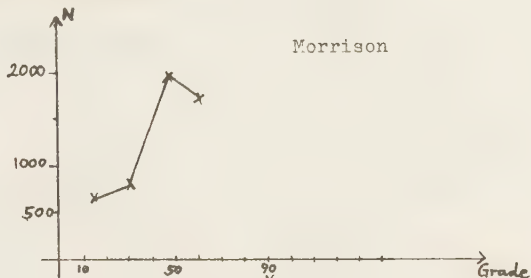
AUTOR	WINKEL	LÄNGE (mit P.) (ohne P.)	
Kaufer	0°	5,8cm	4,4cm
	30°	5,0cm	4,3cm
	60°	4,5cm	4,2cm
	90°	4,1cm	3,9cm
	120°	3,9cm	3,7cm
		<u>LÄNGE OHNE PATELLA NACH VENTRALISATION DER TUBEROSITAS TIBIAE</u>	
	0°		5,8cm
	30°		5,7cm
	60°		5,5cm
	90°		5,3cm
	120°		5,0cm
Fürmaier	15°	5,3cm	4,5cm
	45°	5,1cm	4,1cm
	90°	4,4cm	3,2cm
	135°	3,5cm	1,3cm
Smidt	0°	4,4cm	
	15°	4,7cm	
	30°	4,9cm	
	45°	4,9cm	
	60°	4,7cm	
	75°	4,3cm	
Haxton	30°	5,1cm	3,9cm
	60°	4,6cm	3,3cm
	90°	4,0cm	3,5cm
	120°	3,8cm	3,3cm
Bardi	0°	4,5cm	
	10°	4,3cm	
	30°	5,7cm	
	50°	5,3cm	
	70°	4,6cm	
	90°	4,4cm	
	110°	4,4cm	

Jensenius glaubt, durch die Patellektomie vermindere sich der Momentarm um 16% bei Streckung und um bis zu 30% bei Beugung.



2.16 Darstellung der Quadricepsspannung bei verschiedenen Beugewinkeln des Kniegelenkes

AUTOR	WINKEL	KRAFT (Newton)
Morrison	15°	647 N
	30°	735 N
	45°	1923 N
	60°	1687 N
Smidt	5°	1393 N
	15°	1776 N
	30°	2168 N
	45°	2433 N
	60°	2530 N
	90°	2717 N
Fürmaier	15°	0 N
	45°	2100 N
	90°	5920 N
	135°	10320 N
Reilly-Martens	0°	0 N
	20°	250 N
	40°	500 N
	60°	750 N
	80°	1400 N
	90°	1600 N



2.17 Maximalkräfte, die am Kniegelenk bei Bewegungen des täglichen Lebens auftreten (nach Freeman und Swanson)

<u>AUTOR</u>	<u>ART DER BEWEGUNG</u>	<u>MAXIMALKRAFT</u> (mal Körpergewicht in kg)	
		<u>Tibiofemoral</u>	<u>Femoropatellar</u>
Reilly und Martens 1972	Kniebeugen	- -	7,6
Denham und Bisnop 1978	Kniebeugen	2,2	3,5
Perry 1975	Kniebeugen	- -	2,1
Smidt 1973	Streckung gegen Widerstand	3,3	2,7
Seedhom 1976	Aufstehen vom Stuhl	2,04/2,85	2,36
Reilly und Martens 1972	Treppensteigen	- -	3,6-4,4
Morrison 1969	Gehen auf ebener Strecke	3,05-3,73	- -
Harrington 1976		2-5	- -
Johnson 1979		6	- -
Maquet 1976		6	3

2.18 Bewegungsumfänge des Kniegelenkes bei Anforderungen des tägl. Lebens

1) nach Freeman und Swanson:

Beim Gehen auf ebener Strecke wird das Kniegelenk bis zu 70 Grad gebeugt.

2) nach Frankel und Nordin:

<u>TÄTIGKEIT</u>	<u>BEWEGUNGSMAß VON DER STRECKUNG ZUR BEUGUNG</u>
Normales Gehen	0-67 Grad
Treppensteigen	0-83 Grad
Treppabgehen	0-90 Grad
Hinsetzen	0-93 Grad
Schuhe Binden	0-106 Grad
Einen Gegenstand vom Boden aufheben	0-117 Grad

Diese Daten sind unabdingbar für die Bewertung von Nachuntersuchungsergebnissen.

2.19. Stichpunktartige Zusammenfassung der Biomechanik des Femoropatellargelenkes nach den Literaturangaben

- 1) Das Drehmoment der Streckkräfte ist abhängig von der Länge der aus der Kniegelenksquerachse auf das Ligamentum Patellae gefällten Senkrechten. Diese entspricht dem Momentarm.
- 2) Das Drehmoment der Streckkräfte ändert sich mit dem Beugegrad des Kniegelenkes.
- 3) Das beste Drehmoment des Kniegelenkes mit Patella, d.h. der beste Beitrag, den die Patella durch ihre Dicke zur Vergrößerung des Momentarmes leistet, liegt bei etwa 30 Grad Beugung.
- 4) Bei allen Beugegraden ist der Momentarm der Streckkräfte des Kniegelenkes mit Patella größer als ohne.
- 5) Die experimentell vorteilhafteste Technik der Patellektomie besteht aus einer Naht der Quadricepssehne an das Ligamentum Patellae kombiniert mit einer Ventralisation der Tuberositas Tibiae. Durch diese Technik wird der Längenverlust des Momentarmes durch die Patellektomie ausgeglichen bzw. wird der Momentarm sogar noch länger als mit Patella.
- 6) Die Zugkraft in der Patellarsehne ist stets kleiner als in der Quadricepssehne, da man das Femoropatellargelenk nicht als reibungslose Rolle betrachten kann und da ab ca. 60 Grad Beugung die Umschlingung der Quadricepssehne am lateralen Femurkondylus beginnt.
- 7) Nach Patellektomie steigen besonders der femorotibiale Auflagedruck und die dorsalen Verschiebekräfte an, ferner auch die Umschlingungskraft der Strecksehne und der Zug an der Patellarsehne.
- 8) Wenn der Momentarm durch Fehlen der Kniescheibe kleiner wird, muß die Kraftentwicklung im Quadricepsmuskel steigen, um dasselbe Drehmoment aufrechtzuerhalten.
- 9) Die Umschlingungskraft der Quadricepssehne ab ca. 90 Grad ist viel stärker als der femoropatellare Auflagedruck, d.h. die Quadricepssehne ist durchaus hohen Auflagedrücken gewachsen.
- 10) Ein Großteil der Fasermasse der Quadricepssehne inseriert an der Basis der Patella und zieht nicht, wie manchmal irrtümlich behauptet wird (Hey-Groves) über die Patella hinweg.
- 11) Aus experimentellen Untersuchungen folgt, daß durch die Patellektomie besonders die endgradige Streckung erschwert wird.
- 12) Experimentell erweist sich eine quere Naht der Quadricepssehne an das Ligamentum Patellae als die vorteilhafteste Technik.
- 13) Mit zunehmender Beugung des Kniegelenkes steigen folgende Kräfte im Kniegelenk steil an:

Fortsetzung zu 13) Femoropatellare Kompression, dorsale Verschiebekräfte der Tibia, Quadricepsmuskelspannung, Zugkraft im Ligamentum Patellae, femorotibialer Auflagedruck. Nach einseitiger Patellektomie bevorzugt der Patient meist das gesunde Bein, wodurch hier höhere Drücke entstehen als normal.

- 14) Durch eine Patellektomie steigen die dorsalen Verschiebekräfte, die die Tibia gegenüber dem Femur nach dorsal zu verschieben trachten bis zu 250% an, wodurch eine höhere Belastung der entsprechenden Kapselbandstrukturen erzeugt wird.
- 15) Die femoropatellare Kompressionskraft erreicht während der Gangphase maximal das dreifache des Körpergewichtes, bei stärkerer Beugung viel mehr.
- 16) Nach Patellektomie besteht ein erhöhtes Risiko einer Quadricepssehnenruptur und einer vorzeitigen Arthrose im Femorotibialgelenk.
- 17) Ohne Patella muß der Quadricepsmuskel für eine volle aktive Streckung 30% mehr Kraft aufbringen als mit Patella.
- 18) Ein gutes und ein befriedigendes Ergebnis nach Patellektomie ist an eine Kniebeugung von mindestens 90 Grad gebunden. Mit einem geringeren Bewegungsumfang werden die Tätigkeiten des Alltags stark erschwert.
- 19) DIE VON FÜRMAIER ANGEgebenEN WERTE FÜR FEMOROPATELLARE KOMPRESSIONS-KRAFT UND ZUGKRAFT AN DER QUADRICEPSSSEHNE DÜRFTEN (WIE DIE ANDEREN VON IHM ANGEgebenEN KRAFTWERTE) ZU HOCH SEIN, DA FISCHER BEI ZERREIßPRÜFUNGEN WERTE UM 200 kp ANGAB, BEI DENEN ES AN LEICHENPRÄPARATEN ZUM RIß DER PATELLARSEHNE ODER DER QUADRICEPSSSEHNE KAM. FÜRMAIER BERECHNET ZUGBELASTUNGEN DER QUADRICEPSSSEHNE VON BIS ZU 1100 kg, DER PATELLARSEHNE VON BIS ZU 850 kg, BEIDES MIT KNIESCHEIBE. OHNE KNIESCHEIBE BERECHNET FÜRMAIER 2300 kg. BEI DRUCKPRÜFUNGEN VERHÄLT ES SICH ÄHNLICH: FISCHER: BRUCH DER PATELLA BEI DRUCK VON CA. 700 kp; FÜRMAIER BERECHNET FEMOROPATELLARE KOMPRESSIOWERTE VON MAX. 1040 kg!

3. EIGENE UNTERSUCHUNGEN ZUR FUNKTIONELLEN ANATOMIE DER PATELLA IM ZUSAMMENHANG MIT DER MECHANIK DES GESAMTKNIEGELENKES

Die Untersuchungen wurden an 3 Leichenknien durchgeführt, die im Zusammenhang mit der unteren Extremität belassen worden waren, d.h. die Extremitäten waren am Übergang proximales-mittleres Femurdrittel abgesetzt. Kniegelenke und Oberschenkel wurden nun schichtweise präpariert und der Verlauf der einzelnen anatomischen Strukturen wurde schriftlich festgehalten. Die Bewegungsanalysen wurden im Anschluß an folgende Präparationsschritte durchgeführt:

Zunächst wurde der M. Rectus femoris aus dem Verband des Quadriceps bis zu seiner Insertion am oberen Patellarpol herausgelöst und nach vorne geklappt. Anschließend wurde die darunter gelegene Vastus intermedius-Sehne an der Basis der Patella quer durchtrennt, wodurch die Gelenkkapsel eröffnet wurde. Nun wurde mit der Schere der Schnitt nach medial und lateral, jeweils dem Verlauf der Gelenkkapsel folgend, bis zum Vorderrand des medialen bzw. lateralen Kollateralbandes verlängert. Das Kniegelenk ließ sich jetzt leicht beugen, und gleichzeitig konnte man durch Zug an der Rectussehne, die im Verband mit der Patella verblieben war, die Bewegungen im Femoropatellargelenk verfolgen.

3.1. Passive und aktive Haltemechanismen der Patella bei Beugung und Streckung

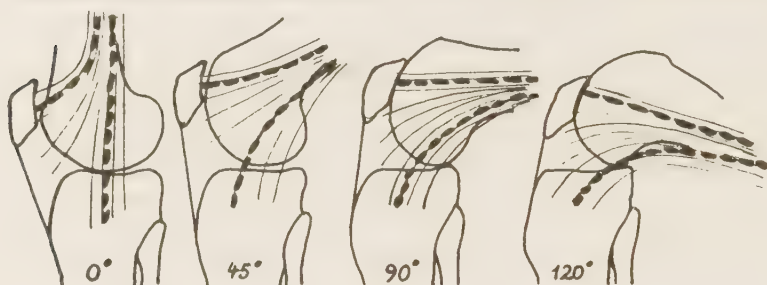
3.1.1. Passive Mechanismen:

Der Verlauf der in diesem Zusammenhang wichtigen Retinacula Patellae wurde oben dargestellt. Wie man an sich selbst prüfen kann, ist die Kniescheibe bei gestrecktem Knie und entspanntem M. Quadriceps gut auf ihrer Unterlage verschieblich. Mit zunehmender passiver Beugung ändert sich dieser Zustand, auch bei weiterhin entspannter Muskulatur. Die Kniescheibe wird in das Femurkondylenlager gezwungen, und zwar auf folgende Weise: Bei Beugung der Tibia zieht die Patellarsehne die Kniescheibe in den Kondylensattel. Gleichzeitig nehmen die an der Außenseite des Kniegelenkes verlaufenden anterioren Fasern des Tractus iliotibialis, die wie oben erwähnt bogenförmig zum lateralen Rand der Patella ziehen, einen mehr und mehr gestreckten Verlauf an und werden durch die zunehmende Distalisierung der Kniescheibe angespannt. Gleichzeitig gewinnt der posteriore Anteil des Tractus, der beim gestreckten Knie in gerader Richtung zum Tuberculum Gerdy der Tibia zieht, bei Beugung einen nach dorsal konkaven Verlauf. Die Fasermenge des anterioren Teiles des Tractus iliotibialis zum Außenrand der Kniescheibe überwiegt diejenige der tiefer gelegenen Retinacula Patellae,

so daß man diesen Teil als "Pars iliopatellaris" des Tractus iliotibialis bezeichnen kann. Von der Fasermenge her stellt er die Hauptkomponente der passiven seitlichen Fixation der Kniescheibe bei Beugung dar.

Abb.14

Verlauf der distalen Fasern des tractus iliotib. bei Streckung u. Beugung

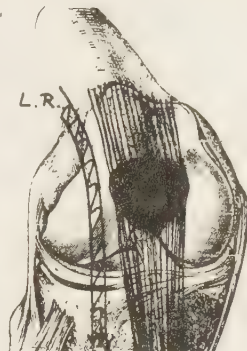


Man kann diesen Bewegungsvorgang auch an sich selbst prüfen, indem man seine Kniescheibe bei gestrecktem und entspanntem Knie von außen her nach innen drückt und dann das Knie langsam beugt: Es ist der deutlich lateralisierende Effekt des Tractus iliotibialis zu fühlen. Beim entgegengesetzten Manöver fehlt ein deutlich medialisierender Effekt. Diese überwiegend laterale passive Fixierung der Kniescheibe bei Beugung ist auch gut mit der optimalen Kongruenz in der lateralen Abteilung des Femoropatellargelenkes in Einklang zu bringen, ganz im Gegensatz zur schlechten Kongruenz in der medialen Abteilung. Unterstützend ist auch noch die Beobachtung, daß die Kniescheibe in tangentialen Röntgenaufnahmen bei leichter Beugestellung häufig etwas nach lateral abgekippt erscheint. Die von manchen Autoren (Lanz-Wachsmuth; Smillie) hervorgehobene Bedeutung der Retinacula longitudinalia Patellae, die als Nebenfasern der Quadricepssehne beidseits der Kniescheibe verlaufen, sollte von der Menge ihrer Fasern nicht überschätzt werden. Nur bei kräftiger Ausprägung kann man ihnen die Funktion eines sog. Reservestreckapparates zuerkennen (vgl. Abb. 5). Bedeutsam ist auch noch die Tatsache, daß durch Entfernung der Kniescheibe im Bereich dieser Retinacula im Gegensatz zur zentralen Quadricepssehne kaum ein Längenüberschuß auftritt, da die Fasern ohne Ausnützung der Patella als Hypomochlion verlaufen. Bei Beugung tritt die Patella nach lateral, die Strecksehne verläuft mehr über den lateralen Femurkondylus. Hierdurch bleibt für das laterale Retinaculum longitudinale praktisch kein Raum

mehr, um auch nur einigermaßen mechanisch wirksam zu bleiben, da es näher an die Kniegelenksachse rückt.

Abb. 15:

Kniegelenk in 90 Grad Beugstellung;
Das laterale Retinaculum (L.R.) verläuft neben dem prominenten lateralen Kondylenknopf deutlich näher an der Momentachse des Kniegelenkes als die Strecksehne. Deshalb kann die Streckwirkung nur gering sein.



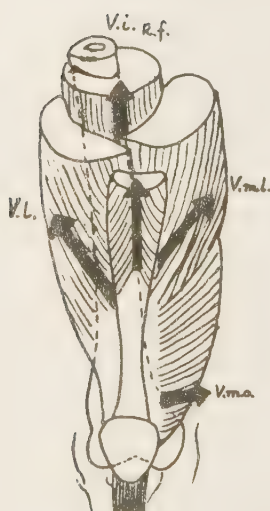
Die tiefe Schicht der Retinacula transversaria hat demgegenüber eine wichtige Funktion im passiven Halteapparat der Kniescheibe. Während sie bei gestrecktem Knie und entspannter Muskulatur locker von den Epikondylen aus fächerförmig divergierend an die Seitenränder der Kniescheibe ziehen, werden sie bei Beugung durch Vermittlung der nach distal tretenden Kniescheibe wie ein Strumpf über das nach oben wandernde, sich verbreiternde Kondylenmassiv gezogen und dadurch angespannt. Auf diese Weise helfen sie mit, die Kniescheibe bei Beugung im Kondylensattel zu fixieren. (Der Breitendurchmesser des distalen Femurendes wird nach hinten zu größer; Fick). Insgesamt gesehen ist die passive Fixierung der Kniescheibe bei Beugung lateral stärker ausgeprägt als medial.

3.1.2. Aktive Mechanismen:

Die Zugrichtung des in diesem Zusammenhang entscheidenden M. Quadriceps ergibt sich aus der Resultierenden seiner Teilkraft, die in Richtung des M. Rectus femoris weist. Beim aktiv gestreckten Knie stellt der Quadricepsmuskel den Haupthaltemechanismus der Kniescheibe dar. Da die Mm. Vastus medialis und lateralis von der Rückseite des Femurs herkommend spiralig nach ventral distal ziehen, muß man auch ihre Zugkomponente in der Sagittalebene beachten. Je flacher der Verlauf der schräg einstrahlenden Fasern des M. Vastus med. und lat. wird, umso stärker tritt die Kraftkomponente, welche bei aktiv gestrecktem Knie die Kniescheibe an die Femurvorderfläche presst, in den Vordergrund. Dies gilt besonders für den distalen Anteil des M. Vastus med. (M. vastus med. obliquus), der ja mit fast horizontalem Faserverlauf am medialen Patellarrand ansetzt. Durch diesen Anpresseffekt bei Streckung des Knies wird eine Sicherung

der Streckstellung erreicht. Daneben übt dieser Muskel, der auch bei angespannter Muskulatur deutlich tiefer reicht als der M. Vastus lat., nämlich bis über die Basis der Patella hinaus nach distal, eine aktiv medialisierende Zügelwirkung auf die Kniescheibe aus. Bei gebeugtem Kniegelenk wird der leicht bogige Verlauf der distalen Vastus med.-Fasern flacher, weil der Muskel durch Vermittlung der Kniescheibe nach distal-lateral gezogen und über den medialen Femurkondylus gestülpt wird. Dieser Vorgang läßt sich gut am Lebenden verfolgen. Ruft man sich dabei Ursprung und Ansatz des Muskels ins Gedächtnis zurück, so wird eine kräftige medialisierende Zügelwirkung auf die Kniescheibe auch bei Beugung deutlich. Dies ist besonders wichtig, um der Lateralisierung durch den mächtigen M. Vastus lat. entgegenzuwirken.

Durch das Zusammenwirken der oben beschriebenen aktiven und passiven Haltemechanismen der Patella wird die größtmögliche Kongruenz im Femoropatellargelenk erzielt. Dem passiven Halteapparat kommt dabei die Aufgabe zu, durch Vermittlung der Patella die konstante Lage der Strecksehne zu sichern.



(Nach Lieb und Perry)

Abb. 16

Teilkkräfte des m. Quadriceps:

V.i.=m. vastus intermedius

R.f.=m. rectus femoris

V.m.l.=m. vastus medialis longus

V.m.o.=m. vastus medialis obliquus

V.l.= m. vastus lateralis

Die Resultierende aller Teilkkräfte weist in Richtung der Rectussehne

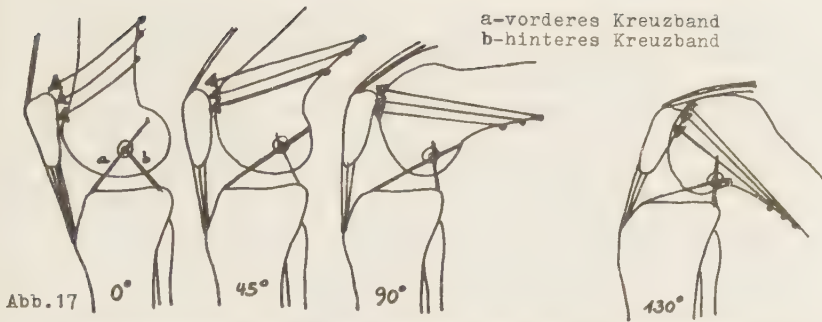


Abb.17

Verlauf des M.Vastus med.obliquus bei verschiedenen Beugestellungen (Schematisch) Beachte, daß der Muskel stets, auch bei stärkster Beugung oberhalb der Momentachse des Kniegelenkes liegt (Gangpolkurve nach Menschik). Andernfalls würde der Muskel ja zum Beuger. Diese Tatsache ist besonders wichtig bei den Patellektomietechniken, bei denen der M.Vastus med. nach lateral-distal über die Sehnennaht verlagert wird (West und Soto-Hall; Connolly; Ficat).

- 3.2. Zum Verständnis der Mechanik des Femoropatellargelenkes, das stets im Verband des Gesamtkniegelenkes betrachtet werden sollte, soll im Folgenden auf die Öffnungs- bzw. Schlußkreis-
selung im Kniegelenk näher eingegangen werden.

3.2.1. Bedeutung der Öffnungs- bzw. Schlußkreis-
selung:

In fast jeder Veröffentlichung über die Mechanik des Kniegelenkes wird auch die Öffnungs- bzw. Schlußkreis-
selung erwähnt (Hallen und Lindahl; Helfet; Smillie; Müller; Lanz; Bluntschli;

Menschik; Fick). Man versteht darunter die zum Beginn der Beugung auftretende Außenkreis-
selung des Femurs bzw. Innenkreis-
selung der Tibia (ÖFFNUNGSKREISELUNG) oder die kurz vor der vollständigen Streckung auftretende Innenkreis-
selung des Femurs bzw. Außenkreis-
selung der Tibia (SCHLUßKREISELUNG). Beide Bewe-
gungen sind Zwangsbewegungen, die in identischer Weise, jedoch
zueinander entgegengesetzter Richtung ablaufen.

Die Ansichten über den Umfang dieser Bewegung gehen auseinander. Während Fick, Lanz und Bluntschli von 5-10 Grad sprechen, nennen Menschik und Müller in ihren exakten Studien 15-20 Grad. Über die eigentliche Funktion dieser Bewegung wird außer dem Hinweis, sie verleihe dem gestreckten Kniegelenk Stabilität praktisch nichts erwähnt.

Um die Kreis-
selungsbewegung zu studieren, muß man am Kniegelenks-
präparat den Femurknochen möglichst weit proximal absetzen, wo-
durch diese Bewegung wegen des längeren Hebelarmes deutlicher
wird.

Als Vorbemerkung zum Verständnis der Kreiselungsbewegung muß der physiologische Abduktionswinkel (physiologischer Valguswinkel) zwischen Femur- und Tibialängsachse bei gestrecktem Knie genannt werden. Dieser Winkel entspricht etwa dem Q-Winkel, der nach Müller zwischen der Zugrichtung des M. Quadriceps und der Patellarsehne besteht. Die Größe beider Winkel beträgt etwa 10 Grad. Mit dem physiologischen Abduktionswinkel, der ein reiner Skeletwinkel ist, steht die Tatsache, daß bei senkrecht stehender Femurlängsachse der mediale Femurkondylus deutlich tiefer reicht als der laterale, in Zusammenhang.

Die Öffnungskreiselung zu Beginn der Beugung hat nun die am Kniegelenkspräparat deutlich erkennbare Funktion der Aufhebung dieses physiologischen Abduktionswinkels (und damit auch des Q-Winkels) mit der Folge, daß Femur und Tibia in der Sagittalebene parallel zueinander stehen und so der Quadricepszug geradlinig auf die Patella und über die Patellarsehne auf die Tibia einwirken kann. Im gleichen Sinn wird am Ende der Beugung durch die Schlußkreiselung dieser physiologische Valguswinkel zwischen Femur- und Tibialängsachse wiederhergestellt und dadurch die oben erwähnte Stabilisierung der Streckung erreicht. Gleichzeitig tritt die Richtungsänderung des Quadricepsmuskels wieder auf, und mit ihr der Q-Winkel.

Q-Winkel und physiologischer Abduktionswinkel bestehen also NUR in Streckstellung. Öffnungs- bzw. Schlußkreiselung heben diese Winkel auf.

3.2.2. Beschreibung der Öffnungs- und Schlußkreiselung:

Die unterschiedliche Form der beiden Femurkondylen sowie die Anordnung der Kreuzbänder sind hauptverantwortlich für diese Bewegung. (Müller), die eine Zwangsbewegung ist und sich auch am reinen Knochenpräparat nachvollziehen läßt. Von den für die Artikulation mit der Tibia in Betracht kommenden Gelenkflächen der Femurkondylen ist die mediale um ca. 2 cm länger als die laterale (Pick; Helfet), während die gegenüberliegende Tibiagelenkfläche medial nur wenig länger ist als lateral. Schon aus dieser Tatsache wird klar, daß die Bewegung im medialen Femorotibialgelenk anders ablaufen muß als im lateralen. Der mediale Femurkondylus weist bei der Aufsicht in seinem vorderen Anteil einen Gelenkabschnitt auf, der praktisch einem Kreissektor von etwa 50 Grad entspricht (Müller). Zudem ist der mediale Kondylus in seinem vorderen Abschnitt in der Sagittalebene gleichmäßig gekrümmt, der laterale ist dagegen fast plan und zeigt eine hinter der Linea condylopatellaris lateralis gelegene flache Deile (Nach Müller Impressio terminalis). Nach

hinten zu gleichen sich die sagittalen Krümmungsradien beider Kondylen einander an (Fick). Die unterschiedliche Krümmung beider Kondylen und die verschiedene Formung der gegenüberliegenden Tibiagelenkflächen (medial eher konkav, lateral eher konvex; Fick) haben verschieden gute Kongruenzen in den beiden Gelenkabteilungen zur Folge (med. besser als lat.). Hiervon hängt wiederum die Art der Bewegung ab: je besser die Gelenkkongruenz ist, umso eher herrscht ein Gleiten vor, je schlechter, umso eher ein Abrollen.

Abb. 18 Aufsicht auf die linke distale Femurgelenkfläche:



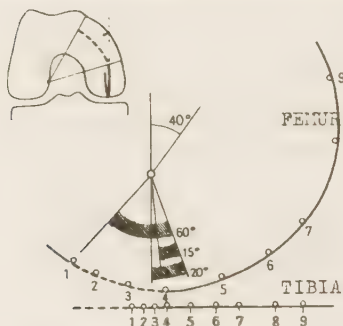
- 1=Linea condylopatellaris med.
- 2=Linea condylopatellaris lat.

DIE KRÜMMUNG IM VORDEREN ABSCHNITT DES MEDIALEN KONDYLUS ENTSPRICHT EINEM KREISRINGSEKTOR VON CA. 50 GRAD.

Am Kniegelenk erkennen wir nun in der medialen Abteilung des Femorotibialgelenkes eine gute Kongruenz der Gelenkflächen zum Beginn der Beugung, woraus ein Gleitvorgang resultiert, lateral sehen wir dagegen einen Abrollvorgang zum Beginn der Beugung. Hiermit ist auch die verschiedene Lage der Linea condylopatellaris lat. und med. in Einklang zu bringen, denn der gleitende mediale Kondylus muß länger sein als der abrollende laterale. Bei den ersten Beugegraden gleitet der mediale Kondylus auf einer Bahn, die durch den oben dargestellten Kreisringsektor im vorderen Abschnitt der medialen Kondylengelenkfläche und die gegenüberliegende anterolaterale Konkavität der medialen Tibiakonsole vorgegeben ist. Zur Erläuterung dient folgende Abbildung aus Müllers Monographie (Abb. 19)

Der laterale Femurkondylus verhält sich zu Beginn der Beugung völlig anders. Da er in seinem vorderen Abschnitt fast plan ist und die ihm gegenüberliegende Tibiakonsole plan bis konvex, muß ein Abrollvorgang während der Öffnungskreisellung resultieren, d.h. die Berührungspunkte der Gelenkkörper

wechseln gleichzeitig. Der Abrollvorgang wird nach eigenen Beobachtungen mit einem eigenartigen Kippmechanismus eingeleitet, bei dem die dorsal der Linea condylopatellaris lateralis gelegene Impressio terminalis um eine direkt gegenüber ventral an der lateralen Tibiakonsole befindliche Knorpelleiste kippt. Abb. 19 Die Rollgleitbewegung des medialen Femurkondylus während der automatischen Schluß- bzw. Öffnungskreiselselung (nach Müller)



Auf der Tibia liegen die Auflagepunkte 4 bis 1 nur wenig auseinander, während sie am Femur um ein Mehrfaches voneinander entfernt sind

Abb. 19

Durch die unterschiedlichen Bewegungsarten von medialem und lateralem Kondylus zu Beginn der Beugung ist die unterschiedliche Stellung der Kondylen am Ende der Öffnungskreiselselung bedingt. Bei etwa 20 Grad Beugung hat der mediale Kondylus mit einem Areal am Vorderrand der med. Tibiakonsole Kontakt, während der laterale Kondylus infolge des Kipp-Abrollvorganges bereits eine größere Strecke auf dem lateralen Tibiaplateau zurückgelegt hat. Durch diese Drehbewegung des Kondylenmassives wird in der lateralen Abteilung des Femorotibialgelenkes der Raum frei, in den sich die Patella einsenkt. Nun ist auch die Beobachtung, daß die Kniescheibe von voller Streckstellung zur Beugung nach lateral abwandert (Siehe Abb. 20 aus Frankel und Nordin) leicht verständlich und auch die Bedeutung des Q-Winkels, der durch diese Bewegung aufgehoben wird, erscheint leicht verständlich. Die Patellarsehne, die wie oben beschrieben bei gestrecktem Knie einen von proximal medial nach distal lateral gerichteten Verlauf hat, erhält durch die Kreiselselungsbewegung einen geraden Verlauf, wodurch eine optimale Kraftübertragung bewirkt wird. Diese Beobachtungen sind meines Erachtens entscheidend für das Verständnis speziell des Femoropatellargelenkes.

Bei der Schlußkreiselselung erkennen wir spiegelbildlich den Ablauf der Öffnungskreiselselung, da es sich ja um Zwangsbewegungen handelt. Auch hier hat der mediale Kondylus entscheidenden Anteil am Zustandekommen der Beugung.

Abb.20 Die Patellarsehne, die bei gestrecktem Knie einen nach lateral distal gerichteten Verlauf hat, nimmt bei Beugung infolge der Kreiselungsbewegung des Kondylenmassives einen geraden Verlauf an. (Abb. nach Frankel und Nordin)



Fortsetzung Schlußkreiselung: Da, wie oben beschrieben, der mediale Kondylus bei allen Beugestellungen jenseits der ersten 20 Grad mit einem weiter ventral liegenden Areal der gegenüberliegenden Tibiakonsole Kontakt hat als der laterale Kondylus (DIES GILT NUR BEI NEUTRALSTELLUNG DER TIBIA), erreicht der mediale Kondylus bei der Streckung auch früher den Vorderrand der medialen Tibiakonsole und kommt auch eher mit dem Vorderhorn des medialen Meniscus und dem Hoffa'schen Fettkörper in Berührung. Genau dann aber beginnt die Schlußkreiselung. Der laterale Kondylus verhält sich demgegenüber wieder ganz anders, indem er bis zum Erreichen der vollen Streckung eine Abrollbewegung ausführt. Bei voller Streckung rasten dann med. und lat. Kondylus GLEICHZEITIG mit ihren Lineae condylopatellares am Vorderrand der gegenüberliegenden Tibiakonsole (Vorderhorn des jeweiligen Meniscus) ein. Müller meint demgegenüber, der laterale Kondylus sei kurz vor der vollen Streckung schon am Ende seiner Bewegung, während der mediale noch eine Gleitreserve besitze. Dies ist weder am anatomischen Präparat nachvollziehbar noch logisch, da ja beide Kondylen miteinander gekoppelt sind und deshalb auch der laterale noch eine Bewegung ausführen muß, wenn der mediale noch nicht am Ende der Streckbewegung angelangt ist. Außerdem würde das schwache Vorderhorn des medialen Meniscus als solchermaßen "letztes Glied" in der Streckbewegung einer solchen Belastung kaum gewachsen sein.

Aus diesem Bewegungsablauf wird der schwache Bau des medialen Meniscus im Vorderhornbereich verständlich, der hier als Druckverteiler wegen der guten Gelenkkongruenz kaum gebraucht wird ('Gleitvorgang'). Der laterale Meniscus muß hingegen mit seinem Vorderhorn die ganze Wucht des plötzlich auf ihn auflaufenden lateralen Kondylus abfangen, woraus sein kräftiger Bau verständlich wird. Zudem ist die Gelenkkongruenz im lateralen Femorotibialgelenk deutlich schlechter, so daß hier ein besser ausgebildeter Druckverteiler erforderlich ist ('Abrollvorgang'). Zusammenfassend ist also zu sagen: Beide Kondylen verhalten sich jenseits der Zwangskreiselsynchrone (medial und lateral gleicher Roll- bzw. Gleitvorgang), während der Zwangskreiselsynchrone sind die Bewegungen im lateralen und medialen Femorotibialgelenk dagegen verschieden.

5.3. Beschreibung der femoropatellaren Kontaktzonen

Bei voller Streckung ruht die Patella mit ihrer Rückseite in einer Bucht des Recessus suprapatellaris am oberen Rand der kranialen Knorpelgrenze des distalen Femurendes. Lediglich ein kleiner distaler Bereich der lateralen Patellarfalte hat mit dem am weitesten proximalwärts reichenden Ausläufer der lateralen Kondylenknorpelfläche Kontakt. Die Knieachse ist nur durch ein dünnes Fettpolster an der Hinterwand des Recessus suprapatellaris vom Femurknochen getrennt.

Zu Beginn der Beugung müssen wir uns den Vorgang der Öffnungskreiselsynchrone ins Gedächtnis zurückrufen: Durch den Abrollvorgang im lateralen Femorotibialgelenk und den Gleitvorgang im medialen wird eine geringe Außenrotation des Kondylenmassives bewirkt. Der prominente laterale Kondylenknopf rückt mit seiner weit kranial hinaufreichenden Knorpelfläche der lateralen Patellarfalte von distal her entgegen. Die mediale Patellarfalte sowie der First der Patella treten kurz danach mit dem Femurknorpel in Kontakt. Ab ca. 20 Grad Beugung sehen wir ein etwa bandförmiges queres Kontaktareal am unteren Rand der Patellagelenkfläche. Im Verlauf der weiteren Beugung bis ca. 90 Grad wandert dieses Kontaktband an der Patella von distal nach proximal, das entsprechende Areal der gegenüberliegenden Femurgelenkfläche dagegen von proximal nach distal. Stets ist dabei die laterale femoropatellare Kontaktzone wegen der besseren Kongruenz der Gelenkflächen größer. Die sog. "odd facet" des angloamerikanischen Schrifttums, die dem medialen Randstreif der medialen Patellarfalte entspricht, wird bei

Beugegraden von Obis 90 Grad nicht belastet. Erst bei weiterer Beugung verliert der First der Kniescheibengelenkfläche allmählich seinen Kontakt zum gegenüberliegenden Femurknorpel, die Kniescheibe hat nur mehr über die äußeren Anteile beider Facetten Kontakt mit den Femurkondylen, wobei nach Goodfellow und Hungerford infolge einer geringen Rotationsbewegung der Kniescheibe die odd facet belastet wird. Zeichnet man sich die Kontaktzonen der Patella mit dem Femur bei den verschiedenen Beugegraden auf, so erkennt man, daß die Kniescheibe von der Streckstellung bis zur maximalen Beugung recht ökonomisch belastet wird, da die Kontaktflächen ständig wechseln und kaum ein Areal zweimal belastet wird (vgl. Abb. 10). Ein wichtiger Schutzfaktor, der Spitzenbelastungen der Kniescheibe bei stärkerer Beugung mindert, ist die Umlenkung der Quadricepssehne, die ab ca. 60 Grad Beugung vornehmlich über dem prominenten lateralen Femurknorren stattfindet. Die Lateralisation der Patella beim Übergang von der Streckung zur Beugung wurde oben bereits angesprochen. Durch die Außenrotation des Kondylenmassives zu Beginn der Beugung wird in der lateralen Abteilung des Femorotibialgelenkes der Platz für die Kniescheibe frei. Betrachtet man ein gebeugtes Kniegelenkspräparat von oben und von der Seite her, so ragt der mediale Kondylus deutlich weiter vor als der laterale (Dies ist auch röntgenologisch zu beobachten). Natürlich ist diese Lateralisierung der Kniescheibe nicht ohne Einfluß auf die an ihr ansetzenden Weichteilstrukturen: Der M. Vastus med. wird über den medialen Kondylus gestülpt, die Quadricepssehne verläuft mehr über dem lateralen Femurknorren, die Patellarsehne erhält einen geraden Verlauf.

3.4. Pathomechanik der Patellektomie:

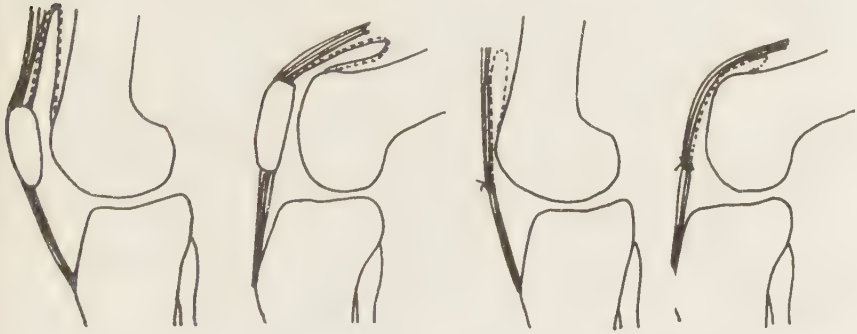
Bei einer Entfernung der Kniescheibe gehen folgende Kontinuitäten verloren: Der gesamte Ansatz der Quadricepssehne am oberen Patellarpol; der gesamte Ursprung der Patellarsehne vom unteren Patellarpol; der Ansatz der seitlichen Retinacula horizontalia an der Patella; die Fasern des Tractus iliotibialis an den lateralen Kniescheibenrand; der Ansatz des M. Vastus medialis am oberen medialen Patellarrand (Hierdurch entfällt die aktive mediale Zügelung); einzelne steilverlaufende Fasern des M. Vastus lateralis an den oberen äußeren Patellarpol.

Aus dem Verlust dieser Insertionen ergeben sich folgende Punkte, die bei einer Patellektomie beachtet werden müssen:

Mit der Entfernung der Kniescheibe geht der "Synchronisator" der Streckkräfte des Kniegelenks verloren. Ziel einer funktionsgerechten Operation muß es sein, die Streckkräfte im Bereich der Naht von Quadricepssehne und Ligamentum Patellae zu zentrieren. Hierzu gehört unbedingt auch der aus seiner Kontinuität gelöste M. Vastus medialis obliquus. Bei einer Naht der Quadricepssehne an das Ligamentum Patellae müssen auch die lateralen Retinacula gerafft werden, jedoch nicht in dem Maße wie die zentrale Strecksehne (Vergleiche 3.1.1.). Durch die oben genannte Sehnennaht wird der Quadricepsmuskel gerafft (ca. 5 cm). Seine Vorspannung wird größer, sein Verlauf gestreckter. Es muß jedoch unbedingt darauf geachtet werden, daß bei einer Medialisierung und Distalisierung des M. Vastus med. dieser Muskel nicht jenseits der Kniegelenksachse zu liegen kommt, da er sonst Beuger wird (vgl. Abb. 17). Die Patella tritt bei Beugung wie oben beschrieben nach lateral, wird aber vor einer Luxation durch ihre gute Knochenführung bewahrt. Gleichzeitig verläuft die Quadricepssehne mehr über dem lateralen Femurknorren. Nach Patellektomie hat nun logischerweise auch die Strecksehne das Bestreben, mehr auf dem lateralen Knorren als in der Fossa intercondylaris zu verlaufen. Die knöcherne Führung fehlt jetzt aber. Will man nun ein Abrutschen der Strecksehne nach lateral bei Beugung verhindern, so muß man einerseits alle Strukturen, die eine lateralisierende Wirkung auf die Strecksehne haben, durchtrennen (Im Sinne einer lateralen Retinaculumspaltung), die medialisierenden Strukturen dagegen erhalten. Eine Zentrierung der Strecksehne in die Fossa intercondylaris als Führungsrinne (etwa durch eine Medialisierung der Tuberositas Tibiae wie es Drexel und Stuflesser vorschlagen) würde den ohnehin schon kleineren Momentarm der Streckkräfte noch kleiner machen, da die Prominenz des lateralen Femurkondylus, über den die Strecksehne läuft, nicht mehr mechanisch wirksam würde.

Ein wichtiges Problem stellt auch der Recessus suprapatellaris dar, der bei einer Raffung der Strecksehne verkleinert wird, da die Quadricepssehne heruntergezogen werden muß. Folge davon ist, daß er stärkerer Beugung einen Widerstand entgegensetzt. (Abb. 21) Auch der Hoffa'sche Fettkörper erfährt eine Veränderung. Er wird durch die schrägere Zugrichtung der Strecksehne nach Patellektomie stärker in den Gelenkspalt gepreßt (Vgl. Abb. 8)

Abb.21: Darstellung des Recessus suprapatellaris, der durch die Patellektomie verkleinert wird.



Aufgrund der theoretischen Überlegungen sollte folgende Technik bei der Patellektomie Verwendung finden:

- a) querer Hautschnitt zur ausreichenden Darstellung auch der lateralen Retinacula
- b) Einkerbung der gesamten lateralen Retinaculuneinstrahlungen bis auf die Synovialkapsel, evt. Entfernung eines Sehnenstreifens aus dem lateralen Retinaculum
- c) Ausschälen der Patella durch eine quere Incision der suprapatellaren Sehnenfasern
- d) Herunterziehen der Quadricepssehne, die mit dem Ligamentum Patellae vernäht wird; Sicherung der Naht durch zusätzliches Vernähen der präpatellaren Sehnenfasern
- e) Nun wird intraoperativ durch Beugung geprüft, ob die Nähte halten und ob die Strecksehne nach lateral (sub-)luxiert!
- f) Fixierung des M. Vastus medialis, der ja durch das Herunterziehen der Quadricepssehne schon nach distal verlagert wurde, mit einigen Nähten an die Strecksehne.
- g) Raffung evt. Längenüberschüsse im Bereich der lateralen Retinacula.
- h) Sollte eine laterale (Sub-)Luxation der Strecksehne weiterhin bestehen, so kann man noch eine Operation nach Goldthwait oder Roux anschließen.

4. HISTORISCHES ZUR PATELLEKTOMIE

Obwohl in den späten Siebziger-Jahren des vorigen Jahrhunderts die operative Wiedervereinigung von Patellarfrakturen einen entscheidenden Therapiefortschritt bedeutete (Lister 1877; bereits 1850 hatte Malgaigne eine Klammer erfunden, mit der Patellabruchstücke zusammengehalten werden konnten), war damit noch keine Ideallösung geschaffen. Tillmanns berichtet über eine bereits 1886 aufgestellte Statistik von 182 Patellafrakturen, die mit einer Knochennaht versorgt worden waren. Er schreibt: "Bei Splitterbrüchen kann die operative Entfernung der Patella indiziert sein. In Folge Entfernung der Patella tritt bei normalem Heilungsverlauf keine Funktionsstörung des Quadriceps resp. des Kniegelenkes ein. Nach subperiostaler Entfernung der Patella kann dieselbe sich bis zu einem gewissen Grade regenerieren." (Tillmanns 1897). Chaput (1891) und Stimson (1898) empfahlen die Patellectomie als Behandlungsmethode veralteter Frakturen. Um 1900 schlugen A. Lorenz und Chaput die Patellectomie bei habitueller Patellaluxation vor (zit. nach Sten Friberg). Heineck veröffentlichte 1909 eine Statistik von 1100 behandelten Patellafrakturen, worunter auch 13 Patellectomien waren. Er vertrat die Ansicht, daß die Entfernung der Kniescheibe stets mit einer gewissen Funktionseinbuße des Kniegelenkes verbunden sei und deshalb die Indikation zur Patellectomie streng gestellt werden müsse. Über gute Ergebnisse berichteten Murphy (1908) und Sven Johansson (1920), beide zit. nach Sten Friberg. Brooke und Hey Groves verhalfen 1937 der Patellectomie durch sehr ermutigende Ergebnisse zu weiterem Aufschwung, ebenso v. Rosen (1939) im deutschen Sprachraum. Neben der Hauptindikation Patellafraktur wurde die Patellectomie auch bei Femoropatellararthrose empfohlen (Tippett 1938; Berkheiser 1939). Schließlich gesellte sich als weitere Indikation die fortgeschrittene Chondromalacia Patellae hinzu (Friberg 1941).

5. TECHNIK UND INDIKATION DER PATELLEKTOMIE

Franz Baumgartl: Er hält die Patellectomie auch bei Trümmerfrakturen für nicht indiziert, da eine deformierte femoropatellare Gelenkfläche dem Gelenk weniger schädelt, als eine fehlende Patella. Deshalb werden weder eine Operationstechnik noch eigene Ergebnisse angegeben.

Lorenz Böhler: Er wendet die Patellectomie bei offenen und Trümmerbrüchen der Patella an sowie bei habitueller Patellaluxation. Hierbei erzielte er gute Ergebnisse, wenngleich alle Patienten eine Quadricepschwäche aufwiesen.

Baumgartner: Die Patellectomie ist bei Femoropatellararthrose verschiedener Ursache indiziert. Technik: Querer Hautschnitt, Ausschälen der Patella durch eine Längsincision der Streckaponeurose (Subperiostal), Naht der Sehnenlücke, evt. unter Verstärkung durch einen Cialithautstreifen, probeweises intraoperatives Beugen, um zu sehen, ob die Naht hält; postoperativ Anspannungsübungen ab dem ersten Tag, Ruhigstellung für 6 Wochen, erst dann aktive Übungen (N.B. Bei dieser Operationstechnik kommt das Periost des ehemaligen Patellarbettes in direkten Kontakt mit der Femurgleitbahn, so daß Regenerate in der Strecksehne die Folge sind)

J.F. Connolly: Technik der Patellectomie bei Trümmerfrakturen: U-förmiger Hautschnitt, Querincision der Streckaponeurose und scharfes Ausschälen der Patella, verkürzende Naht des Streckapparates durch Überlappen der Sehnenenden, Sicherungsnähte, anschließend intraoperativ durch Beugung bis ca. 60 Grad prüfen, ob die Nähte halten; für 2-3 Tage Kompressionsverband, dann Beginn mit aktiven Quadriceps- und Beugeübungen bis 60 Grad Krücken und hintere Schiene noch für 6 Wochen. Technik bei femoropatellarer Arthrose: U-förmiger Hautschnitt und quere Incision des Streckapparates, scharfes Auspräparieren der Patella und Gelenktoilette, Vorziehen der Quadricepssehne nach distal und medial unter die Patellarsehne, kräftige Naht, anschließend Mobilisierung des M. Vastus med. nach distal lateral und Fixierung mit Einzelnähten; Nachbehandlung wie oben.

Campbell's Operative Orthopaedics: Bei habitueller Patellaluxation wird die Operation nach West und Soto-Hall empfohlen (siehe unten). Die Nachbehandlung beginnt ab dem 2. Tag mit Anspannungsübungen, nach 1 Woche Gehen mit Krücken, nach 3 Wochen aktive Bewegungsübungen (mit hinterer Schiene wird zwischen den Übungen gelaufen), nach 5 Wochen keine Hilfsmittel mehr und Beginn mit aktivem, intensivem Quadriceptraining.

Fortsetzung Campbell's Operative Orthopaedics:

Patellektomie bei Femoropatellararthrose: Quer- oder U-förmiger Hautschnitt, scharfes Ausschälen der Patella durch eine Längsincision des Streckapparates, zirkuläres Einführen eines Stahldrahtes in den Streckapparat ca. 1/2 cm vom ursprünglichen Kniescheibenlager entfernt und anschließend Anziehen des Drahtes im Sinne einer Tabaksbeutelnaht bis der Durchmesser der Naht 1-2 cm beträgt, nun Vernähen der im Zentrum der Naht gerissenen Sehnenweichteile; Der Effekt dieser Operationstechnik ist auch kosmetisch, da eine kniescheibenähnliche Verdickung in der Strecksehne geschaffen wird. Nachbehandlung: Ansp. Übungen sofort, nach 2 Wochen Bewegungsübungen.

Max Lange: Patellektomie bei deform verheilten Patellafrakturen, veralteter Chondropathie, Femoropatellararthrose, Trümmerfrakturen; Technik: medialer bogenförmiger Hautschnitt, Ausschälen der Patella von einer medialen Längsincision der Strecksehne aus, Vernähen von Quadricepssehne und Ligamentum Patellae unter Verkürzung des Streckapparates; Nachbehandlung: Gips für 4-5 Wochen, dann Beginn mit aktiven Übungen

Jörg Böhler: Die Patellektomie ist bei Trümmerfrakturen, Femoropatellararthrose und anderen retropatellaren Knorpelschäden indiziert. Technik: Längsincision der Aponeurose und scharfes Ausschälen der Patella und aller Periostreste, Vernähen von Quadricepssehne und Ligamentum Patellae unter Raffung des Streckapparates um 4-5 cm, Naht der Synovialis und des Reservestreckapparates; Ruhigstellung für 4-5 Wochen, dann Beginn mit aktiven Bewegungsübungen. Es soll eine Frühoperation angestrebt werden.

C.L. Compere: Er berichtet über eine neue Patellektomietechnik, mit der er hervorragende Ergebnisse erzielen konnte. Indikation: Chondromalacie, femoropatellare Arthrose, habituelle Lux.; Technik: quer- oder medialer parapatellarer Hautschnitt, Eröffnung der Gelenkkapsel durch einen medialen Längsschnitt, dann lateraler Längsschnitt, so daß die Patella mit dem Streckapparat vollständig umgedreht werden kann (die Knorpelfläche ist dem Operateur zugewendet), die Umwendung erfolgt hierbei durch die mediale Kapselincision, scharfes Auspräparieren der Patella, anschließend wird der mediale Rand des Streckapparates unter den lateralen gezogen und so mit ihm vernäht, daß ein "Sehnenschlauch" entsteht, der in der Mittellinie zu liegen kommt.

Fortsetzung Compere: Nun wird der M.Vastus medialis mobilisiert und nach distal lateral vorgezogen und mit dem medialen Rand des Strecksehnenschlauches vernäht, anschließend Naht nur der Synovialis und der proximalen und distalen Kapselanteile lateral. Sollte in Streckstellung der Q-Winkel über 20 Grad betragen, so kann man einen Goldthwait-Transfer der Patellarsehne anschliessen. (Wenn auch mit dieser Operationstechnik keine Verkürzung der Strecksehne vorgenommen wird, so berücksichtigt sie doch am besten die anatomischen und biomechanischen Verhältnisse, weil die lateralen Kapsel-einstrahlungen, die eine (Sub-)luxation der Strecksehne bewirken könnten, nicht genäht werden, das ehemalige Patellarbett keinen Kontakt zur Gelenkfläche hat und weil der M.Vastus medialis beachtet wird.) Nachbehandlung: Anspannungsübungen sofort, Entlassung nach 1 Woche mit hinterer Schiene und Krücken, nach 3 Wo. aktive Bewegungsübungen, ab der 8. Wo. Krafttraining.

Shorbe u. Dobson: Patellektomie bei Chondromalacie, Trümmerfrakturen; Technik: medialer parapatellarer Hautschnitt, Längs-incision oder Querincision des Streckapparates und Ausschälen der Patella, Naht evt. gerissener Retinacula, dann Freipräparieren eines umgekehrten "V" aus der Quadricepssehne, ca. 2/3 der Gesamtdicke der Sehne stark, die Basis des Lappens soll etwa 1 cm oberhalb des ehemaligen Patellabettes liegen; nun Umschlagen des Lappens nach distal und Vernähen mit dem Defekt in der Strecksehne; Gips für 3 Wochen, dann Beginn mit Bewegungsübungen.

I.S.Smillie: Indikationen sind Trümmerfraktur, therapieresistente Chondromalacie, Femoropatellararthrose; Vorsicht mit vorschneller Indikation besonders beim jungen Menschen! Ganz im Gegensatz zu den anderen Autoren und biomechanisch nicht erklärbar rafft Smillie nach Ausschälen der Kniescheibe nicht den zentralen Streckapparat sondern die lateralen und medialen Retinacula, denen er die Hauptfunktion bei der Streckung zuschreibt. Beginn mit Quadricepsübungen wenige Tage postoperativ;

Fortsetzung Smillie: Komplikationen der Patellectomie sind Sehnenruptur, Regenerate in der Strecksehne, Lateralisation bzw. Luxation der Strecksehne (Hier sollte ein Goldthwait-Transfer versucht werden). Ebenso wie Achroyd und Matthews glaubt Smillie, daß ein künstlicher Gelenkersatz des Kniegelenkes einer intakten Patella bedarf.

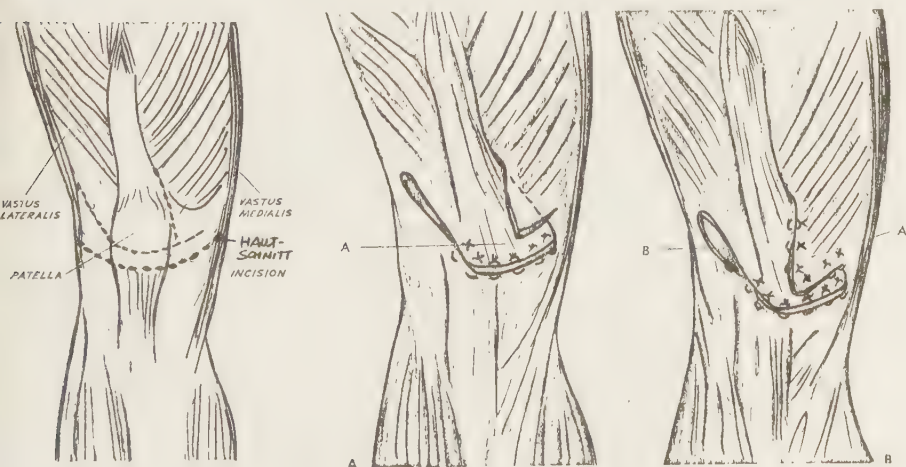
E. Pfeil: Er ist ein Gegner der Patellectomie, die nach seiner Ansicht stets zu einer späteren Femoropatellararthrose führt. Er empfiehlt sie deshalb nur bei Trümmerbrüchen der Kniescheibe, Patellapseudarthrosen und ausgeprägter Chondromalacie. Technik: S-förmiger Hautschnitt von proximal lateral nach distal medial, Auslösen der Patella durch Längsincision der Strecksehne, gedoppelte End zu End-Naht von Quadricepssehne und Ligamentum Patellae, evt. Aufsteppen des M. Vastus med.; Nachbehandlung: Spannungsübungen sofort, Bewegungsübungen ab dem 3. Tag, Aufstehen nach 12 Tagen.

K. Viernstein: Er empfiehlt die Patellectomie bei Trümmerfrakturen, bei Femoropatellararthrose sowie zur Mobilisierung kontrakter Kniegelenke. Der M. Quadriceps hat eine zentrale Stellung bei der Prognose: Nur ein präoperativ guter Muskel läßt ein mindestens befriedigendes Ergebnis erwarten. Besteht daneben ausreichende Beweglichkeit im Kniegelenk, so liegt das einzige Problem in der Raffung des Streckapparates sowie der Retinacula. Ligamentum Patellae und Quadricepssehne werden unter Verkürzung vernäht, die präpatellar verlaufenden Sehnenfasern werden zusätzlich zur Sicherung aufgesteppt. Wenn die Vereinigung von Quadricepssehne und Ligamentum Patellae unmöglich ist, so muß der entstandene Sehnendefekt plastisch überbrückt werden und evt. zusätzlich ein Beuger auf die Streckseite verpflanzt werden (Biceps oder Semitendinosus). Nachbehandlung: Ruhigstellung für 6 Wochen, dann Mobilisierung; Komplikationen: Streckschwäche (Ursache: mangelhafte Raffung der Strecksehne, zu frühes Mobilisieren, Nahtlösung), mangelhafte Beugung (zu starke Raffung, Verwachsungen) und Strecksehnenregenerate.

S.Weller: Indikation zur Patellektomie: Trümmerfraktur der Patella; es ist eine Frühoperation anzustreben. Quadricepssehne und Ligamentum Patellae werden so vernäht, daß das ehemalige Patellabett keinen Kontakt zur Femurrolle hat. Nachbehandlung: Gips für 3 Wochen, dann ansteigende Bewegungsübungen.

West u. Soto Hall: Sie beschreiben eine Patellektomietechnik für die habituelle Patellaluxation beim Erwachsenen: U-förmiger Hautschnitt, quere Incision des Streckapparates über dem distalen Patelladrittel, scharfes Auspräparieren der Patella, Vorziehen der Quadricepssehne nach medial distal und Naht, die laterale Kapsellücke bleibt offen (bis auf die Synovialis), Vorverlagern des mobilisierten M. Vastus med. nach lateral distal und Naht. Nachbehandlung: hintere Gipschiene, Anspannungsübungen sofort, Bewegungsübungen nach 3 Wochen, Widerstandsübungen nach 5 Wochen; volle Streckung wird u.U. erst nach 1/2 Jahr erreicht, volle Beugung meist schon nach 8-10 Wochen.

Heim u. Baltensweiler: Sie halten die primäre totale Patellektomie in jedem Falle für kontraindiziert.



Operationstechnik nach West und Soto Hall

6. ERGEBNISSE DER PATELLEKTOMIE

Nachstehend werden 31 ausführliche Veröffentlichungen über Patellektomie-Nachuntersuchungen einander nach verschiedenen Gesichtspunkten gegenübergestellt. Hierdurch soll dem Leser ein möglichst umfassender Eindruck über diese im deutschen Schrifttum wenig vertretene Methode vermittelt werden. Natürlich ist es schwierig, diese Vielzahl von Nachuntersuchungen (insgesamt 1099 Fälle) auf einen Nenner zu bringen, da die Nachuntersuchungskriterien und deren Bewertung nicht immer übereinstimmen. Wenn man jedoch nur drei Bewertungsstufen verwendet, dann ist der Vergleich durchaus möglich.

6.1. Die drei Bewertungsstufen sind:

GUT: Der Patient ist subjektiv mit dem Ergebnis zufrieden, er hat in Ruhe und bei normaler Belastung keinerlei Schmerzen; sein operiertes Knie erlaubt vollen Gebrauch im täglichen Leben, größere sportliche Leistungen sind aber u.U. nicht mehr möglich. Postop. war kein Arbeitswechsel nötig. Objektiv sind volle Streckung und bis max. 10 Grad eingeschränkte Beugung möglich. Die Kraft ist höchstens 25% zur gesunden Seite vermindert. Das Knie ist stabil; Umfangsdifferenz max. 2 cm, keine röntg. Arthroseverschlechterung, weder femorotibial noch femoropatellar.

BEFRIEDIGEND: Der Patient ist mit dem Ergebnis zufrieden. Er hat gute Beweglichkeit (max. 10 Grad Streckdefizit, Beugung bis 90 Grad immer möglich), Wetterfühligkeit und Steifigkeitsgefühl können vorkommen. Die Kraft ist deutlich geringer (max. 75%), wobei das gesunde Bein meist favorisiert wird und deshalb kräftiger als normal ist. Gehen auf ebener Strecke ist gut möglich, beim Treppensteigen bestehen evtl. leichte Schwierigkeiten. Belastungen werden vermieden, da leichte Unsicherheit im op. Knie besteht. Postop. evtl. Arbeitswechsel; röntgenolog. geringe Verschlechterung möglich.

SCHLECHT: Der Patient ist nicht zufrieden. Er hat andauernd Beschwerden, starke Unsicherheit und ist evtl. auf Gehhilfen angewiesen. Deutliche Kraftlosigkeit sowie Bewegungseinschränkung (Streckdefizit, Beugung nicht bis zum rechten Winkel mögl.) erforderten postop. Arbeitswechsel oder Invalidisierung. Röntgenologisch besteht eine deutliche Arthroseverschlechterung. Auch die Fälle, in denen postoperativ das Kniegelenk versteift wurde, sind hier eingereicht.

AUTOR	JAHR	FALLZAHL	NACHRICHTEN, ZEIT	INDIKATION ZUR OP	OPERATIONSTECHNIK	POSTOPERATIVE THERAPIE	PROGNOSE (Folgen, Zeit, Gut, Befriedigend, Zweifelhaft)	SONSTIGES
OWEN	1976	28 F.	1-19 J.postop.	Trümmerfrakturen	Quere Incision des Streckappar., einfaches Ausschälen der Patella, Naht ohne Verkürzung	4-wöchige Immobilisation, dann Bewegungsübungen	54% (15), 32% (9), 14% (4)	objektiv bestand nur in 25% gleiche Kraft wie auf der Gegenseite; in etwa der Hälfte der Fälle Arthrose femoralis
FRIBERG	1941	32 F.	1-5 J.postop.	Chondromalacie (23 F.), fibrose posttraumatische Steife (9 F.)	Ausschälen der Patella durch Längsinzision, Naht von Quadriceps- und Patellarsehne unter Verkürzung	Ruhigstellung für 10-14 Tage, dann Bewegungsübungen; Entlassung nach durchschnittl. 5 Mo.	41% (13), 44% (14), 15% (5)	Vordere Schublade in 62% der Fälle; fem. Arthrose in 15% f., bis zum Endegehe- nis dauerte es oft 1 Jahr Der Grad der präoperati- ven Arthrose prädestiniert das Endergebnis keine Arthroseanbahnung; Früh- belastungen sind besser, DIES SIND SPÄTERGEHENISSE! Die Vorschädigung des Be- grißes! Es handelt sich um Früh- geheisse, die Patienten sind junge Soldaten Alle Patienten zeigten ein- ne Quadricepschwäche Arthroseförderung Entscheidend ist die Ver- haltung der Quadriceps- sehne durch frühzeitige Mo- bilität Nicht zu früh mit Bewegungs- übungen beginnen; keine Arthroseverschlechterung keine Arthroseverschlechterung durch die Patellar- sektomie; bei Vorschädigung oft Quadricepschwäche
GECKELER	1962	27 F.	3-16 J.postop.	Femoralpat. Arthrose Durchschnittsalter 48 J.	Ausschälen durch Längsinzision, Naht ohne Verkürzung	3 Mo. für 3 Wochen, dann akti- ve Bewegungsübungen	52% (14), 22% (6)	
HANAUER	1974	27 F.	14-28 J.postop.	Patellafrakturen	keine Angaben	keine Angaben	45% (13), 40% (10), 15% (4)	
HÜFFER	1966	75 F.	1-20 J.postop.	Frakturen (27 F.), fem. pat. Arthrose (45 F.), Patellafrakturen	Einfaches Ausschälen der Patella mit Naht der Sehnenlücke	Gipsruhigstellung für 4 Mo., Fr. 45% (12), dann aktive Bewegungsübungen	45% (12), 30% (13), 10% (3)	
MURPHY	1946	19 F.	3 Mo. - 7 Mo.	Frakturen (11 F.), Chondromalacie (8)	Ausschälen der Patella unter Naht der Längsinzision und Sehnenverkürzung	Ruhigstellung für 1 Woche, Fr. 30% (3), dann aktive Übungen; Aufsteigen und Belasten nach 2 Mo., deutlich längerer stationärer Aufenthalt als bei operierten Patellafrakturen	70% (8), 100% (8), 60% (3)	
JENSENIUS	1951	5 F.	1-5 J.postop.	Trümmerfrakturen	keine Angaben	6 Wochen Gipsruhigstellung, dann Bewegungsübungen	31% (6), 20% (1), 8% (4)	
MAHASEN	1979	24 F.	1,5-23 J.postop.	Trümmerfraktur (19 F.), Femoralpat. Arthrose (5)	Ausschälen der Patella durch Pfaffung der Sehne; bei den Trümmerfrakturen 12 FRÜHOP, u. 7 SPÄTOP.	Arbeitsübungen sofort, nach 10 Tagen Bewegungsübungen; Entlassung nach 14 Tagen	45% (6), 45% (6), 22% (4)	Es ist eine Frühoperation anzustreben; meist besteht Quadricepschwäche; keine Arthroseförderung Entscheidend ist die Ver- haltung der Quadriceps- sehne durch frühzeitige Mo- bilität Nicht zu früh mit Bewegungs- übungen beginnen; keine Arthroseverschlechterung keine Arthroseverschlechterung durch die Patellar- sektomie; bei Vorschädigung oft Quadricepschwäche
PELUSANE	1946	14 F.	8 Mo. - 6 J.postop.	Patellafrakturen	Ausschälen der Patella durch Quereinzision, dann End zu End-Naht; Quadriceps- und Patellarsehne; Verkürzung	Gipschulze für 3-4 Mo., dann Mobilisierung	70% (6), 20% (5)	
MICHAEL	1972	26 F.	1-9 J.postop.	Patellaquer- und Trümmerfrakturen	keine Angaben	Gipschulze für 3-4 Mo., dann Mobilisierung	70% (6), 20% (5)	
WIEGER	1960	47 F.	1/2-11 J.postop.	Trümmerfrakturen (22 F.), Patellafraktur (5 F.), Chondropathie (5 F.), fibrose Steife (5 F.), Durchschnittsalter 40 J.	Ausschälen der Patella und einfache Naht der Sehnenlücke	Gipschulze für 4 Wochen, dann Mobilisierung; bereits vor- her Anspannungsübungen	63% (14), 13% (3), 0% (8), 4% (1), 6% (6)	

AUTOR	JAH	FALLZAHL	NACHUNTERS. ZEIT	INFORMATION ZUR OP	OPERATIONSTECHNIK	KLINIKURATIVE THERAPIE	PROGNOSTIK (Fallzahlen)	BEFRIEDIGEND	SCHLECHT	ANMERKUNGEN
WILKINSON	1977	31 F.	4,5-13J. postop.	Patellafrakturen	keine Angaben; FRÜHOPERATIONEN keine Angaben; FRÜHOPERATIONEN als zu 8 Wochen Gipsruhigstellung, dann intensive Mobilisierung;		(7)	(12)	(12)	keine Forderung einer Arthroskopie kann bis zu 3 Jahre dauern, bis das End- ergebnis erreicht ist, Einzig entscheidend für das Endergebnis ist die Vor- schädigung des Gelenkes;
GESAMTERGEBNIS VON INSGESAMT 1099 FÄLLEN: 51,5%(563) 30%(394) 18,5%(202)										

ERKLÄRUNG DER ABBÜRZUNGEN:

F.-Fälle	Die Kriterien für die Bewertungen	Unter Vorschädigung des Gelenkes versteht man
J.-Jahre	GUT BEFRIEDIGEND SCHLECHT sind an	sowohl gleichzeitig mit einer Trümmerfraktur
postop.=Postoperativ	Anfang des Abschnittes 6 genau erklärt;	aufgetretene Begleitverletzungen anderer Teile
Fem.pat.=Femoropatellar	dieselben Kriterien finden auch bei der	des Kniegelenkes als auch eine langjährige oft
habit.=habituelle PatellaLuxation	Bewertung der eigenen Nachuntersuchungs-	schmerzhaftes femoropatellar/femorotibialarthrose,
Nacht mit Verkürzung über Streckapparat wurde gerätet,	ergebnisse Verwendung,	die eine erneute Muskelschwäche mit sich bringt
in dem Quadricepssehne und Ligamentum	Chm.=Chondromalacie	
Patellae vernäht wurden	Fr.=fractura-/Trümmerfraktur	Knocherne Kuppelrisse in der Strecksehne im Ge-
Nacht ohne Verkürzungsgips Sennenkörbe, durch die die Patella	Lux.=habituelle Luxation der Patella	reich des ehemaligen Patellaabsetzes beobachte-
ausgeschützt wurde, vernähte man einseitig.	fibr.=fibroses Inzervierungs	ter liegt eine Kuppel- u. Kuppelgelenk-arthrose
Frühoperation=Die Patellektomie wurde innerhalb von 14 Tagen	Fem.femoropatellalarthrose	wasso umfangreicher zu sein, je jünger der Patient
nach dem Unfall vorgenommen	OS=Überschenkel (M. Quadriceps)	ist, die Gelenke können sich oft auf das freisetzen;
Immobilisation bedeutet, daß ein Gips angelegt wurde; in den mei-	Arthrosezustand=Arthrose des femoropatellaren	
sten Fällen wurden zwar Anspannungsübungen frühzeitig begonnen,	und femorotibiales Gelenk gemeint	
da dies im Gips aber nicht kontrollierbar ist, wurde es nicht	{Die Einteilung der Arthrose erfolgte nach Jonesch,	
extra erwähnt.	vgl. Abschn. 7,	

6.3. ZUSAMMENSTELLUNG DER ERGEBNISSE, GEORDNET NACH INDIKATIONEN

<u>INDIKATION (Zahl der Fälle)</u>	<u>GUT</u>	<u>BEFRIEDIGEND</u>	<u>SCHLECHT</u>
Femoropatellare Arthrose (197)	47%(92)	27%(53)	26%(52)
Trümmerfrakturen (499)	50%(251)	35%(173)	15%(75)
Chondromalacie (105)	54%(56)	33%(35)	13%(14)
habituelle Luxation (70)	75,5%(53)	20%(14)	4,5%(3)

Kommentar: Die relativ schlechten Ergebnisse bei Femoropatellararthrose lassen sich durch die Vorschädigung des Kniegelenkes erklären. Eine über Jahre hinweg bestehende schmerzhaft Arthrose bedingt eine Schonatrophie des M. Quadriceps, die sich sehr schwer wieder beheben läßt. Die verstärkte Belastung des Femoropatellargelenkes nach der Patellektomie fördert eine vorbestehende Arthrose. Die überraschend guten Ergebnisse bei habitueller Luxation sind durch das niedrige Alter der Patienten leicht erklärbar. Zudem war das Gelenk bei diesen Fällen nur selten vorgeschädigt.

6.4. SPÄTERESULTATE, BEI DENEN DIE OPERATION ÜBER 5 JAHRE ZURÜCKLIEGT

<u>AUTOR</u>	<u>Zeitraum</u>	<u>Zahl</u>	<u>GUT</u>	<u>BEFRIEDIGEND</u>	<u>SCHLECHT</u>
Brooke	5-15 J. postop	35	83%(29)	8,5%(3)	8,5%(3)
Geckeler	5-16 J.	27	52%(14)	22% (6)	26% (7)
Hamacher	14-28 J.	27	45%(13)	40%(10)	15% (4)
v. Rosen	5-29 J.	31	68%(21)	13%(4)	19% (6)
Wilkinson	5-13 J.	31	23%(7)	38,5%(12)	38,5%(12)
GESAMTERGEBNIS		151	55,5%(84)	23,3%(35)	21,2%(32)

Kommentar: Aus dieser Tabelle wird ersichtlich, daß sich die Ergebnisse mit der Zeit nicht verschlechtern. Dies bestätigt auch Ackroyd.

Das Gesamtergebnis der oben beschriebenen Nachuntersuchungen von insgesamt 1099 Fällen beträgt:

<u>GUT</u>	<u>BEFRIEDIGEND</u>	<u>SCHLECHT</u>
51,5%(563)	30%(334)	18,5%(202)

6.5. VERGLEICH VON PATELLEKTOMIERGEBNISSEN NACH DER OP-TECHNIK

I) Reines Ausschälen der Patella aus dem Streckapparat durch eine Längs- oder Querincision und anschließendes einfaches Vernähen der Sehnenlücke:

AUTOR	INDIKATION (Zahl d.F.)	ERGEBNISSE		
		GUT	BEFRIEDIGEND	SCHLECHT
Dobbie	Trümmerfrakturen (21)	95% (20)	- -	5% (1)
Geckeler	fem.pat. Arthrose (27)	52% (14)	22% (6)	26% (7)
Hoffer	Frakturen (27)	45% (12)	45% (12)	10% (3)
	fem.pat. Arthrose (45)	30% (13)	30% (13)	40% (19)
	hab. Lux. (3)	100% (3)	- -	- -
Horwitz	Trümmerfrakturen (11)	30% (3)	70% (8)	- -
	Chondromalacie (8)	100% (8)	- -	- -
Pierer	Trümmerfrakturen (19)	58% (11)	16% (3)	26% (5)
	offene Tr.frakt. (3)	100% (3)	- -	- -
	hab. Lux. (8)	100% (8)	- -	- -
	Chondropathie (5)	- -	80% (4)	20% (1)
	fibröse Ankylose (6)	- -	100% (6)	- -
Riess	Chondropathie (2)	- -	100% (2)	- -
	hab. Lux. (2)	- -	100% (2)	- -
	Fraktur (10)	40% (4)	60% (6)	- -
Stougard	hab. Lux.			
	Chondromalacie (62)	35% (21)	25% (15)	40% (26)
	Frakturen			
West	Chondromalacie (13)	55% (7)	40% (5)	5% (1)
	fem.pat. Arthrose (8)	50% (4)	40% (3)	10% (1)
	Trümmerfrakturen (29)	50% (15)	35% (10)	15% (4)

GESAMTERGEBNIS	309 FÄLLE	47,2% (146)	30,8% (95)	22% (68)
----------------	-----------	-------------	------------	----------

II) Naht der Quadricepssehne an das lig. patellae unter Verkürzung des Streckapparates

AUTOR	Indikation (Zahl d.F.)	ERGEBNISSE		
		GUT	BEFRIEDIGEND	SCHLECHT
Burwell	Frakturen (54)	80% (43)	9% (5)	11% (6)
Dethloff	Frakturen (9)	78% (7)	22% (2)	- -
Friberg	Chondromalacie (23)			
	posttraum. Steife (9)	41% (13)	44% (14)	15% (5)
Mc. Ausland	Frakturen (14)	45% (6)	45% (6)	10% (2)
Viernstein	Trümmerfrakt. (23)	50% (15)	22% (7)	28% (8)
	hab. Lux./Arthrose (7)			
GESAMTERGEBNIS	139 FÄLLE	61% (84)	24% (34)	15% (21)

Kommentar: Es zeigt sich keine deutliche Überlegenheit einer Operationstechnik über die andere.

6.6. VERGLEICH DER PATELLEKTOMIERESULTATE BEI FRÜH-BZW. SPÄTMOBILISATION: DIE INDIKATION WAR IN BEIDEN GRUPPEN TRÜMMERFRAKTUR

Frühmobilisation bedeutet, daß mit aktiven Bewegungsübungen spätestens am 14. postoperativen Tag begonnen wurde. Nicht gemeint sind die sog. "Anspannungsübungen" im Gips, deren Durchführung nicht kontrolliert werden kann. Spätmobilisation: mindestens 4-wöchige postop. Ruhigstellung;

FRÜHMobilISATION

<u>AUTOR</u>	<u>ZAHL DER FÄLLE</u>	<u>GUT</u>	<u>BEFRIEDIGEND</u>	<u>SCHLECHT</u>
Berentey	8 F.	4 F.	4 F.	- -
Brooke	35 F.	29 F.	3 F.	3 F.
Burwell	30 F.	24 F.	3 F.	3 F.
Dobbie	21 F.	20 F.	- -	1 F.
Mc Ausland	14 F.	6 F.	6 F.	2 F.
Reich	16 F.	13 F.	2 F.	1 F.
GESAMTERGEBNIS: 124 Fälle		96 (77,5%)	18 (14,5%)	10 (8%)

SPÄTMobilISATION

Dethloff	9 F.	7 F.	2 F.	- -
Einola	28 F.	15 F.	9 F.	4 F.
Hoffer	27 F.	12 F.	12 F.	3 F.
Katthagen	19 F.	9 F.	6 F.	4 F.
Pierer	22 F.	14 F.	3 F.	5 F.
Riess	10 F.	4 F.	6 F.	- -
Wilkinson	31 F.	7 F.	12 F.	12 F.
GESAMTERGEBNIS 146 Fälle		68 (46,5%)	50 (34%)	28 (19,5%)

Ein Vergleich unter dem Gesichtspunkt Früh-/Spätmobilisation ist nur bei Patellafrakturen sinnvoll, weil hier keine lange Vorschädigung von Quadriceps oder Femoropatellargelenk vorliegt.

Kommentar: Es zeigt sich eine deutliche Überlegenheit der Frühmobilisation im Anschluß an die Patellektomie. Eine kräftige Sehnennaht und eine Schiene im Intervall zwischen den Übungen lassen die Hauptkomplikationen der Frühmobilisation, Ruptur und verzögerte Heilung mit Elongation, gering erscheinen. Die Hauptvorteile der Frühmobilisation, nämlich die frühzeitige Erlangung der Beweglichkeit, die Beherrschung der Quadricepsschwäche, die Verhinderung intraartikulärer Adhäsionen und die Verbesserung der Gelenktrophik dürften überwiegen. Ackroyd macht allerdings darauf aufmerksam, daß bei seinen Nachuntersuchungen Patienten mit kürzerer Immobilisation postoperativ ein schlechteres Ergebnis erreichten als länger immobilisierte (Vergleich 3 Wo. zu 5 Wo.)

7. KLINISCHE VERFAHREN UND ERGEBNISSE

7.1. PATIENTEN

an der Staatlichen Chirurgischen Klinik München wurde im Zeitraum zwischen 1961 und 1975 bei 43 Patienten eine Patellektomie wegen verschiedener Indikationen durchgeführt.

Von den Patienten waren 13 Frauen und 30 Männer. Bei drei Männern wurden in unterschiedlichen Zeitabständen beide Kniegelenke entfernt, so daß sich die Gesamtzahl der Patellektomien auf 46 erhöht.

Das Alter der Patienten reichte von 16 bis 75 Jahren, im Durchschnitt war es 41,3 Jahre. Bei den Frauen war das Durchschnittsalter mit 45,3 Jahren höher als bei den Männern (37,7 J.).

7.2. Indikationen der Patellektomie

<u>INDIKATION</u>	<u>GESAMTZAHL</u>	<u>MÄNNER</u>	<u>FRAUEN</u>
<u>Patellatrümmerfrakturen</u>	19	13	6
<u>Posttraumatische femoropatellare Arthrose</u>	11	8	3
<u>Arthrolyse und Patellektomie nach posttraumatischen Gelenksteifen</u>	10	7	3
<u>Retropatellarer Knorpelschaden bei habitueller Luxation oder Chondropathie</u>	6	5	1
<u>Gesamtzahl</u>	<u>46</u>	<u>33</u>	<u>13</u>

In die Kategorie Trümmerfrakturen fallen solche Patienten, die innerhalb von 4 Wochen nach dem Unfall patellektomiert wurden.

In die Kategorie femoropatellare Arthrose fallen Spätoperationen einer Patellafraktur, die bereits auswärts konservativ oder operativ vorbehandelt worden war.

Zur Kategorie der Arthrolysen gehören Patienten, bei denen es nach der Voroperation eines schweren Kniegelenkstraumas im postoperativen Verlauf zu starker Bewegungseinschränkung infolge intraartikulärer Verwachsungen gekommen war.

Zur letzten Gruppe wurden die Patienten gerechnet, die ohne vorhergehendes Kniegelenkstrauma retropatellare Beschwerden hatten.

7.1.2. Seitenlokalisation:

In 25 Fällen war die linke, in 21 Fällen die rechte Patella betroffen.

7.1.3. Ursachen der Patellatrümmerfrakturen:

Verkehrsunfälle bei 8 Patienten, sonstige Unfälle (Arbeits- und Sportunfälle) bei 13 Patienten.

7.1.4. Durchschnittsalter der Patienten zum Zeitpunkt der Operation:

Patellatrümmerfrakturen: Durchschnittsalter 44,2 Jahre

femoropatellare Arthrose/Patella-

pseudarthrose:

Durchschnittsalter 42,6 Jahre

Arthrolyse mit Pateliektomie: Durchschnittsalter 25,4 Jahre

habituelle Luxation und

Chondropathie:

Durchschnittsalter 23,8 Jahre

Hervorzuheben ist hier das niedrige Durchschnittsalter der Patienten, die mit einer Arthrolyse und Pateliektomie behandelt wurden. Es handelt sich hier bei den meisten Patienten um Zustände nach schweren Verkehrsunfällen, meist mit Motorradern.

7.1.5. Operationstechnik der Pateliektomie:

Die Operationen wurden von verschiedenen Chirurgen ausgeführt. Deshalb kamen verschiedene Techniken zur Anwendung.

Bei den Trümmerfrakturen wurde meist folgende Technik angewandt: Querer präpatellarer oder medialer parapatellarer Hautschnitt zur Darstellung der Kniescheibenregion; anschließend Ausschälung der Patella durch eine Längsinzision der Streckaponeurose; nun werden unter Raffung der Strecksehne die Quadrizepssehne und das Ligamentum Patellae vernäht, desgleichen werden die medialen und lateralen Retinacula unter Raffung vernäht (jeweils nicht-resorbierbares Nahtmaterial); die ehemaligen präpatellaren Sehnenfasern werden zum Schutz der Wund noch aufgesteppt. Durch diese Operationstechnik wird ein Kontakt des ehemaligen Patella-bettes (mit Periostresten) mit der Gleitbahn am distalen Femur verhindert. War durch den Unfallmechanismus die Patella mit ihrer Streckaponeurose quer eingerissen, so wurden die Kniescheibenbruchstücke durch diesen queren Riß entfernt und die Sehnenenden angefrischt. Die weitere Technik ist oben beschrieben. Bestanden bei einer frischen Fraktur zusätzliche Weichteilverletzungen, so wurden diese natürlich vor der Operation zur Abheilung gebracht.

Fortsetzung Operationstechnik:

Bei den Patellektomien infolge femoropatellarer Arthrose mußte die Operationstechnik abgewandelt werden, da es oftmals nicht gelang, Quadricepssehne und Ligamentum Patellae zu vereinigen. Hier wurde nach sorgfältiger Ausschälung der Kniescheibe durch eine Längsincision der Strecksehne der verbleibende dünne Sehnenanteil des ehemaligen Patellabettes entweder mit einer Duralplastik verstärkt oder es wurde ein Lappen mit distaler Basis aus der Quadricepssehne tangential herauspräpariert, nach distal heruntergeschlagen und mit dem Defekt in der Strecksehne vernäht (Ähnlich der unter 5. beschriebenen Boyd und Shorbe-Technik). War der M. Quadriceps durch die länger vorbestehende Schädigung des Kniegelenks besonders atrophiert, so wurde auf den Defekt in der Strecksehne zusätzlich noch ein distal mobilisierter Beuger (M. Biceps femoris oder M. Semitendinosus) aufgenäht. Dies sollte den M. Quadriceps unterstützen.

Bei den Patellektomien mit Arthrolyse wurde dieselbe Technik wie bei femoropatellarer Arthrose angewandt. Das Kniegelenk wurde jedoch weiter geöffnet, um intraartikuläre Verwachsungen zu lösen.

Bei den Patellektomien infolge habitueiler Luxation verwandte man eine der oben beschriebenen Techniken. Zusätzlich wurde der M. Vastus med. oft mobilisiert und nach distal verlagert.

7.1.6. Postoperative Komplikationen

Bei drei Patienten traten Wundheilungsstörungen auf, die in zwei Fällen beherrscht werden konnten. Im dritten Fall entwickelte sich eine eitrige Arthritis, die mit starker Bewegungseinschränkung ausheilte. In einem Fall trat eine Sudeck-Dystrophie auf, die beherrscht wurde.

7.1.7. Dauer des stationären Aufenthaltes:

Die durchschnittliche stationäre Aufenthaltsdauer läßt keine Aussage zu, da sie in erster Linie von den oft schweren Begleitverletzungen abhängig ist. Die Aufenthaltsdauer schwankte zwischen 3 Wochen und 8 Monaten. Zudem wurde bei einem Teil der Patienten die Nachbehandlung ebenfalls stationär durchgeführt, sofern diese Patienten an ihrem Wohnort nicht über entsprechende Möglichkeiten verfügten.

7.1.8. Nachbehandlung:

Bei allen Patienten wurde postoperativ ein Liegegips angelegt. Frühestens nach Abschluß der Wundheilung wurden die Patienten angehalten, im Gips Anpassungsübungen auszuführen. Nach etwa 3 Wochen wurde ein Gipstutor angelegt, für weitere 3 Wochen. Mit diesem Gipstutor wurden die Patienten entlassen.

Nach 6-wöchiger Gipsruhigstellung wurden die Patienten wieder einbestellt und es wurde nach Gipsentfernung mit der Mobilisierung begonnen. Die sechswöchige Ruhigstellung wird als notwendig für die Sehnenheilung angesehen.

Eine Ausnahme machten die Patienten, die mit einer Arthrolyse und Patellektomie behandelt worden waren. Um erneute intra-artikuläre Verwachsungen zu vermeiden, wurde bereits nach 14 Tagen mit vorsichtiger Mobilisierung begonnen.

7.2. Ergebnisse der Nachuntersuchung

Von den 43 Patienten, die zwischen 1961 und 1975 patellektomiert worden waren, konnten 26 persönlich nachuntersucht werden. Hiervon waren 5 Frauen und 21 Männer. Die übrigen Patienten erschienen entweder trotz mehrfacher Aufforderung nicht zum Nachuntersuchungstermin, waren unbekannt verzogen oder bereits verstorben. Eine Befragung mittels verschickter Fragebögen wurde nicht durchgeführt, da hiermit keine objektiven Befunde erhoben werden können.

7.2.1. Methodik der Nachuntersuchung:

Anhand des unten abgebildeten Protokolls wurden subjektive und objektive Befunde erhoben. Zunächst wurde den Patienten der Fragebogen mit dem subjektiven Teil vorgelegt, den sie ohne Beeinflussung durch den Untersucher beantworten mußten.

Im Anschluß daran wurden die objektiven Untersuchungskriterien geprüft. Hierzu ist folgendes zu bemerken:

Bei der Inspektion des operierten Beines wurden Besonderheiten der Narbe, eine evt. kosmetische Beeinträchtigung durch die fehlende Patella sowie ganz besonders Unterschiede in der Muskelentwicklung zur Gegenseite notiert. Bei der Bänderprüfung wurde auf eine Lockerung der Kreuzbänder, hierbei besonders des hinteren Kreuzbandes, geachtet, da Fürmaier und Denham darauf aufmerksam machen, daß durch den Verlust der Patella die dorsalen Verschiebekräfte, die die Tibia gegenüber dem Femur nach hinten zu verschieben trachten, stark zunehmen.

PROTOKOLL DER NACHUNTERSUCHUNG

NAMEN:

BEKUNDTAGUM:

OBJEKTIVE UNTERSUCHUNGSBEFUNDE

Inspektion: ANSEHEN DES BETR. KNIES:

FÄNDERPRÜFUNG (bes. hint. kreuzb.):

WELCHER QUADRICEPSTEIL ERSCHEINT BEI ANSPANNUNG ATROPHIERT:

OS-UMFANGSMESSUNGEN (10 u. 20 cm oberhalb med. GS)

RECHTS: cm/ cm LINKS: cm/ cm

PALPATION DER BETR. SEITE:

EVTL. ABNORME GERÄUSCHE BEI PASSIVER BEUGUNG:

VALGUSWINKEL RECHTS: LINKS:

AKTIVE/PASSIVE BEUGUNG: RECHTS: / LINKS: /

AKTIVE/PASSIVE STRECKUNG: RECHTS: / LINKS: /

IST AUFSTEHEN AUS DEM SITZEN OHNE ARMUNTERSTÜTZUNG MÖGLICH:

IST HOCKSTELLUNG UND AUFSTEHEN OHNE HILFE MÖGLICH: /

IST FREIER STAND AUF DEM LEICHTGEBEUGTEN BEIN MÖGLICH:

OBJEKTIVE KRAFTLEISTUNG (MITTELWERT AUS 3 MESSUNGEN):

RECHTS: LINKS:

(evtl. auch vergleichende Ausdauermessung)

OBJEKTIVER GANGBEFUND (MIT TREPPENSTEIGEN):

UNTERSCHENKELUMFANGSDIFFERENZEN:

VERSICHERTER: SELBSTZAHMER:

SUBJEKTIVE BEFUNDE

KÖNNEN SIE SICH AUS KNEENDER POS. OHNE UNBEHAGEN ERHEBEN:

KÖNNEN SIE WEITERE STRECKEN OHNE BESCHWERDEN GEHEN (ca. 5 km):

BESCHWERDEN BEIM TREPPENSTEIGEN: TREPPAUF: TREPPAB:

FÜHLEN SIE SICH AUF DEM OP. BEIN UNSICHER:

RUHEBESCHWERDEN (VERGlichen mit dem anderen Bein z.B. WETTER):

SCHMERZEN, SCHWELLUNG, STEIFIGKEITSGEFÜHL, NACHGEBEN:

FÜHLEN SIE SICH BEHINDERT BEI SPORT, TANZ, RADELN, etc.:

KÖNNEN SIE RENNEN:

WAR EIN BERUFSWECHSEL POSTOP. NOTWENDIG:

UNSICHERHEIT AUF UNEBENER STRASSE:

VON WELCHEM ZEITPUNKT POSTOP. AN SETZTE DIE ÜBUNGSBEHANDLUNG EIN:

ZEITRAUM ZW. OP. UND ERNEUTER ARBEITSAUFNAHME:

IST EIN STOCK / KRÜCKEN NÖTIG:

BEI WELCHER TÄTIGKEIT BEHINDERT SIE IHR OP. BEIN AM MEISTEN:

Bei der Beurteilung der Oberschenkelmuskulatur wurde auch der M. Vastus medialis berücksichtigt, der nach Ansicht der meisten Autoren einen maßgeblichen Anteil an der Endstreckung im Kniegelenk hat. Bei der Palpation des Kniegelenkes, die in Ruhe und bei Bewegung ausgeführt wurde, wurden evtl. knöcherne Regenerate in der Strecksehne im Bereich des ehemaligen Patellabettes beachtet. Diese verursachen bei Bewegung oft ein "unregelmäßiges Holpern" das gut vom viel gleichmäßigeren arthrotischen Reiben unterschieden werden kann. Wichtig war auch noch die Lage der Strecksehne bei Beugung und Streckung des Knies.

Der Einfluß der Patellektomie auf den physiologischen Valguswinkel zwischen Femur- und Tibialängsachse wurde notiert, da Jensenius eine Abnahme des Winkels (normalerweise 81 Grad) nach Patellektomie beobachtete. Die Messung von Streck- und Beugefähigkeit wurde in Rückenlage des Patienten ausgeführt.

Die Prüfung des Aufstehens von einem Stuhl war nur sinnvoll, wenn das operierte Kniegelenk aktiv wenigstens 90 Grad gebeugt werden konnte, die Prüfung aus der Hocke, nur wenn stärkere Beugung möglich war. Der freie Stand auf dem leicht gebeugten Bein dient der objektiven Beurteilung, inwieweit das Knie durch die Muskulatur kontrolliert werden kann. Die Messung der objektiven Kraftleistung wurde bei voller Streckung und bei 90 Grad Beugung durchgeführt. Es wurde analog der Meßmethode von Haxton, die auch von Viernstein angewendet wurde, beim sitzenden Patienten am Knöchel eine Extensionsgamasche angelegt und mit einer Federwaage, die hinter dem Patienten in Knöchelhöhe befestigt war, verbunden. Der Patient wurde nun aufgefordert, sein Knie gegen den Widerstand der Feder sein Knie zu strecken. Aus drei Messungen der operierten und der Gegenseite wurde jeweils ein Mittelwert gebildet. Bei der Prüfung der Streckung gegen Widerstand wurde entsprechend verfahren. Der Patient streckte sein Knie, und der Untersucher zieht an der Federwaage, die mit dem Knöchel verbunden ist solange nach unten, bis der Patient nachgibt.

Die abschließende Beurteilung des Gangbildes und des Treppensteigens ergänzten die Untersuchungsbefunde. Abschließend wurden noch Besonderheiten an Hüft- und Sprunggelenken derselben Extremität notiert.

Röntgenologische Beurteilung:

Es wurden von den nachuntersuchten Patienten Röntgenaufnahmen beider Kniegelenke (A-P, seitlich, tangential) angefertigt. Diese wurden mit früheren Aufnahmen verglichen. Auf diese Weise konnte eine evt. Arthrosezunahme sowohl im Vergleich mit der Gegenseite als auch mit früheren Aufnahmen beurteilt werden.

Berücksichtigt wurde hier die Arthrose-einteilung nach E. Jonasch:

Grad I: Entrundung der Gelenkränder mit beginnender Ausziehung

Grad II: Randwulstbildung bis zu einem Breitendurchmesser von
5 mm

Grad III: Stärkere Randwulstbildung mit einem Breitendurchmesser
über 5 mm ohne Verschmälerung des Gelenkspaltes

Grad IV: Verschmälerung des Gelenkspaltes, unabhängig von der
Größe der Randwulstbildung

Daneben wurde auf eine Verminderung der Knochendichte und auf das Bestehen etwaiger knöcherner Regenerate in der Strecksehne geachtet.

7.2.2. Fallbeschreibungen:

Um ein genaues Bild zu vermitteln, werden im Folgenden die durchgeführten Nachuntersuchungen als Fallbeschreibungen dargestellt. Im Anschluß daran werden die wichtigsten Fakten der einzelnen Patienten nochmals tabellarisch zusammengestellt, so daß sich ein besserer Überblick ergibt.

Bei der Bewertung der Nachuntersuchungsergebnisse wurden dieselben Kriterien verwendet wie im Kapitel 6. Die drei Bewertungsstufen GUT, BEFRIEDIGEND, SCHLECHT sind dort auch näher erklärt.

1) Patient J.B.: Zum Zeitpunkt der OP 38 Jahre alt, Abteilungsleiter, erlitt bei einem Sturz auf das linke Knie eine Trümmerfraktur der Patella mit Weichteilverletzungen. Die Patellektomie wurde erst nach 10 Tagen, nach Heilung der Weichteilwunde durchgeführt. Nach Ausschälung der Patella wurde der Strecksehnendefekt durch die Semitendinosussehne verstärkt. Gips für 6 Wochen, nach der 3. Woche Beginn mit Anspannungsübungen; Entlassung nach 4 Wochen, Beginn mit Krankengymnastik nach 6 Wochen; postoperativ deutliche Oberschenkelatrophie, Streckdefizit.

NACHUNTERSUCHUNG: Der Patient ist jetzt 72 Jahre, Rentner und ist mit dem operierten Knie recht zufrieden. Er klagt lediglich über leichte Unsicherheit beim Trepp- und Bergabgehen sowie bei Glätte (Einknicken), hat leichte Beschwerden bei Wetterwechsel und bei längerem Sitzen mit ungezogenen Beinen. Er kann 2-3 Std. wandern, Radfahren sowie Schilangklaufen, Schwimmen und braucht keine Gehhilfen. Postoperativ war kein Berufswechsel nötig.

SUBJEKTIV

OBJEKTIV

Es fällt eine leichte Oberschenkelatrophie des operierten Beines auf. Die Umfänge des linken Oberschenkels 10 und 20 cm oberhalb med. Gelenkspalt sind $1,5/2$ cm weniger als rechts. Die Bänder sind fest, und es sind knöcherne Regenerate in der Strecksehne im ehem. Patellarbett fühlbar. Bei Bewegung des Knies liegt die Sehne regelrecht, verursacht jedoch ein leichtes Reiben. Aktive Beugung ist auf der op. Seite um 10 Grad vermindert, daneben besteht 6 Grad Streckdefizit. Das Aufstehen aus der Hocke ist ohne Armunterstützung möglich. Die Kraftleistung ist nur bei der Endstreckung leicht vermindert. Der objektive Gangbefund auf ebener Strecke ist unauffällig, beim Treppensteigen zeigt sich eine leichte Unsicherheit.

RÖNTGEN:

Keine Arthroseverschlechterung, weder femorotibial noch femoropatellar; Strecksehnenregenerate

Das Ergebnis ist befriedigend.

2) Patient H.H.: Zum Zeitpunkt der OP 33 Jahre alt, stürzte aufs linke Knie und erlitt einen Trümmerbruch der Patella. Die Patellectomie wurde am nächsten Tag vorgenommen: Auslösen der Patella aus dem Streckapparat, anschließend End zu End-Naht von Quadricepssehne an das Ligamentum patellae, dann Ruhigstellung für 8 Wochen. Erst danach Mobilisierung

NACHUNTERSUCHUNG: Der Patient ist mit dem Ergebnis sehr zufrieden. Er klagt über keinerlei Unsicherheitsgefühl des operierten Beines, auch nicht beim Bergsteigen. Postoperativ war kein Berufswechsel nötig. Der Patient ist heute 50 Jahre alt, er betreibt Radtouren, Tennis, Kegeln und Schifahren. Postoperativ war er 4 Monate arbeitsunfähig.

SUBJEKTIV

OBJEKTIV Unauffälliges Aussehen des linken Knies, keine Oberschenkelatrophie, Bänder fest; In der Strecksehne sind kleine Knochenregenerate tastbar, die bei Bewegung ein leichtes "Holpern" verursachen. Bei Beugung wandert die Strecksehne gering nach lateral. Bewegungsumfänge beider Kniegelenke gleich, keine Streckschwäche, Hocke und Einbeinstand sind auf dem leichtgebeugten Bein gut möglich. Der objektive Gangbefund ist unauffällig.

RÖNTGEN: Keine Arthroseverschlechterung, Strecksehnenregenerate;

Das Ergebnis ist gut.

3) Patient W.Sch.: Zum Zeitpunkt der OP 18 Jahre alt, Lagerist, erlitt bei einem Mopedunfall eine Patellatrümmerfraktur rechts. 2 Tage danach wurde die Patella entfernt, die Quadricepssehne mit dem Ligamentum patellae vernäht, und der M. vastus med. vorverlagert. Gipsruhigstellung für 4 Wochen, dann Beginn mit Krankengymnastik. Der Patient war dann für 8 Monate beschwerdearm, bis er sich das Knie erneut verletzte. Von da an hatte er rezidivierende Synovitiden, klagte über Beuge- und Streckbehinderung sowie über Kraftlosigkeit. Nachdem auswärts eine Synovektomie des re. Knies durchgeführt worden war, besserte sich die Funktion.

VORGESCHICHTE

NACHUNTERSUCHUNG: Der Patient ist jetzt mit seinem Knie zufrieden. Er ist jetzt 23-jährig in seinem alten Beruf tätig. Er kann ohne Mühe treppensteigen, sogar schnell laufen und hat keinerlei Schmerzen. Nur bei Belastung tritt ein leichtes Unsicherheitsgefühl auf, was ihn zur Aufgabe des Fußballsports zwang. Postoperativ war er 7 Monate arbeitsunfähig.

SUBJEKTIV

OBJEKTIV Es fällt eine deutliche Oberschenkelatrophie auf (bes. M. vastus med.) Das vordere Kreuzband ist gelockert. Maximal 5 cm Umfangsdifferenz zur Gegenseite. Knochenregenerate im ehem. Patellarbett tastbar; bei Beugung subluxiert die Strecksehne nach lateral. Freie Beweglichkeit, kräftige Endstreckung, Kraftminderung bei Beugung um etwa $\frac{1}{3}$ im Vergleich zur Gegenseite. Das Gangbild mit Treppensteigen ist unauffällig.

RÖNTGEN: Keine Arthrosezunahme, knöcherne Regenerate, Osteoporose;

Das Ergebnis ist befriedigend.

4) Patient A.M.: Der Patient war zum Zeitpunkt der OP 47 Jahre alt, von Beruf Auto-
mechaniker und erlitt 5 Monate vor der OP einen Unfall mit Patella-
VORGESCHICHTE fraktur re., die zunächst mit einer Teilresektion behandelt wurde.
Kurze Zeit später stürzte er wieder auf das re. Knie und erlitt dabei
eine erneute Fraktur der Restpatella sowie einen Strecksehnenriß.
5 Tage nach diesem Unfall wurde eine Patellektomie mit Strecksehnen-
plastik. Gipsruhigstellung für 7 Wochen, anschließend Krankengymnastik;

NACHUNTERSUCHUNG: Der Patient ist jetzt mit 56 Jahren in seinem alten Beruf tätig. Er
ist mit der OP zufrieden und kann alle Tätigkeiten des täglichen
SUBJEKTIV Lebens ohne Schwierigkeiten ausführen. Gelegentlich beklagt er ein
Steifigkeitsgefühl im operierten Knie (bei Wetterwechsel) und besonders
bei plötzlichen Bewegungen knickt er manchmal ein. Er treibt regel-
mäßig Sport. Postoperativ war er 2 Monate arbeitsunfähig.

OBJEKTIV Inspektorisch fällt eine leichte Atrophie des re. M. vastus med. auf.
Maximale Umfangsdifferenz 1,5 cm, palpatorisch kleine Knochenregenerate
in der Strecksehne; Das vordere Kreuzband ist leicht gelockert, die
Streckung ist um ca. 5 Grad, die Beugung um 10 Grad zur Gegenseite
vermindert. Die Kraftmessung ergibt beidseits gleiche Werte. Gang-
befund und Treppensteigen sind unauffällig.

RÖNTGEN Keine Arthroseverschlechterung; Strecksehnenregenerate

Das Ergebnis ist trotz des geringen Streckdefizites gut.

5) Patient H.D.: Zum Zeitpunkt der OP 21 Jahre und Dekorateur erlitt er bei einem Autounfall eine Patellatrümmerfraktur li. die wenige Tage später operiert wurde. (End zu End-Naht der Quadricepssehne mit dem Ligamentum patellae, 6 Wochen Gips, dann Beginn mit Krankengymnastik.

NACHUNTERSUCHUNG: Der Patient ist jetzt 36 Jahre alt, Kaufmann, und mußte seinen erlernten Beruf aufgeben, da er nicht mehr längere Zeit in Hockstellung arbeiten konnte. Er ist jedoch mit dem OP-Ergebnis zufrieden. Beschwerden treten im op. Knie in Hockstellung und bei längerem Sitzen mit angezogenen Beinen auf. Sonst hat er keinerlei Unsicherheitsgefühl, keine Kraftlosigkeit, keine Beschwerden im täglichen Leben. In sportlicher Hinsicht ist er jedoch eingeschränkt. Der Patient war wegen postoperativer Wundheilungsstörungen 9 Monate arbeitsunfähig.

OBJEKTIV Es fällt eine große Operationsnarbe auf, keine Oberschenkelatrophie, Bänder fest, keine Knochenregenerate; die aktive Beugung ist um 10 Grad eingeschränkt. Streckung und objektive Kraftleistung sind beidseits gleich.

RÖNTGEN Keine Arthrosezunahme;

Das Ergebnis ist trotz des Berufswechsels gut.

6) Patient J. Ob. : Der Patient erlitt mit 34 Jahren bei einem Sturz auf das rechte Knie eine Patellatrümmerfraktur mit Riß des Reservestreckapparates. 12 Tage später wurde die Patellectomie durchgeführt: Ausschälen der Fragmente, Adaptation von Quadrizepssehne und Ligamentum patellae. Anschließend 7 Wochen Gipsruhigstellung, dann Beginn mit Krankengymnastik. 10 Wochen postoperativ war die Beweglichkeit 0-0-85 Grad.

NACHUNTERSUCHUNG
SUBJEKTIV

Der Patient ist in seinem alten Beruf tätig, er ist mit dem OP-Resultat zufrieden. Er klagt jedoch jetzt, 9 Jahre postoperativ, immer noch über eine leichte Schwäche im rechten Bein. Bei Belastungen fehlt die Kraft, im täglichen Leben besteht jedoch keine Unsicherheit. Sportlich nimmt er an Volksmärschen teil und fährt Rad. Postoperativ war er 5 Monate arbeitsunfähig.

OBJEKTIV

In Streckstellung sieht das Knie unauffällig aus. Es imponiert eine geringe Atrophie des M. vastus lat. (3 cm Umfangsdifferenz der Oberschenkelmuskulatur). In der Strecksehne sind kleine Regenerate tastbar, die ein unregelmäßiges Gleiten verursachen. Besonders zu erwähnen ist auch hier wieder eine laterale Subluxation der Strecksehne bei aktiver und passiver Beugung. Hierin liegt m.E. auch die Ursache für die Unsicherheit. Streckung und Beugung sind beidseits vollständig. Die objektive Kraft im Seitenvergleich ist bei Streckung annähernd gleich, bei Beugung jedoch um $\frac{2}{3}$ weniger als auf der gesunden Seite. Objektiver Gangbefund und Treppensteigen sind unauffällig.

RÖNTGEN:

Keine Arthrosezunahme; Strecksehnenregenerate; Osteoporose;

Das Ergebnis ist befriedigend.

7) Patient W.K.: Der Patient stürzte mit 10 Jahren auf das rechte Knie und zog sich dabei eine Trümmerfraktur der rechten Patella zu, die kurz darauf auswärts operativ entfernt wurde. 8 Wochen später riß die Strecksehne der operierten Seite. Der Patient lief dann 2 Jahre lang mit gerissener Strecksehne herum, wobei er nach eigenen Angaben den Unterschenkel beim Gehen jedesmal nach vorne schleudern mußte. Erst 2 Jahre danach wurde eine Strecksehnenplastik mit Dura und einem Teil der Rectussehne vorgenommen. Nach 7 Jahren riß diese Plastik bei einem Unfall erneut. Es wurde wiederum eine weitreichende Duraplastik vorgenommen. 4 Monate später mußte eine suprakondyläre Extensionsosteotomie derselben Seite vorgenommen werden, da das Knie in Beugestellung kontrakt war.

NACHUNTERSUCHUNG Der Patient ist jetzt 40 Jahre alt. Er mußte seinen alten Beruf aufgeben und ist nicht zufrieden, da er durch sein Knie dauernd behindert ist. Auf ebener Strecke kann er gut gehen, Unsicherheit macht sich jedoch schon bei jeder leichten Belastung bemerkbar. Daneben behindert ihn auch die Bewegungseinschränkung sehr. Schmerzen bestehen keine. Gehhilfen werden nicht benutzt.

SUBJEKTIV

OBJEKTIV Zunächst fällt die massive Oberschenkelatrophie rechts auf. Die maximale Umfangsdifferenz zur gesunden Seite beträgt 7 cm. Der Pat. favorisiert das gesunde Bein. Beweglichkeit: 0-10-80 Grad, woraus sich schon erhebliche Schwierigkeiten beim Bücken, Hinsetzen, Treppensteigen ergeben. Bänder sind fest. Die objektive Kraftleistung beträgt nur 1/4 der gesunden Seite. Der objektive Gangbefund zeigt Rechtshinken und Schwierigkeiten beim Treppensteigen.

RÖNTGEN: Deutliche Arthrosezunahme femorotibial, Osteoporose;

Das Ergebnis ist schlecht (massive Vorschädigung des M.Quadriceps)

8) Patient M.S. : Der Patient, von Beruf Zimmermann, erlitt mit 21 Jahren bei einem Autounfall eine Trümmerfraktur der re. Kniescheibe, die zunächst auswärts mit einer Zuggurtungsosteosynthese versorgt wurde. Knapp 4 Monate später erlitt er bei einem erneuten Unfall eine Refraktur mit Distraction der Bruchstücke, sodaß man sich zur Patellektomie entschloß: Ausschälung der Bruchstücke nach Längsincision der Sehne, Raffung des Streckapparates; Gipsruhigstellung für 7 Wochen dann Krankengymnastik. 2 Jahre vor der hier durchgeführten Nachuntersuchung zog sich der Patient eine Femurschaftfraktur zu, die genagelt wurde.

VORGESCHICHTE

NACHUNTERSUCHUNG Der Patient ist jetzt 25 Jahre alt, noch im selben Beruf tätig, es wurde ihm jedoch eine Umschulung empfohlen. Er ist mit dem Ergebnis zufrieden, klagt aber über deutliche Unsicherheit des operierten Knies, wodurch er bei allen Belastungen das gesunde Bein favorisiert. Nach längerer Belastung schwillt das Knie manchmal an, bisweilen treten auch Schmerzen auf. Besondere Schwierigkeiten bereiten Glätte und Bergabgehen. Postoperativ: 7 Monate Arbeitsunfähigkeit.

SUBJEKTIV

OBJEKTIV Es fällt eine deutliche Oberschenkelatrophie des operierten Beines auf. Dies ist jedoch auch auf die spätere OP wegen der Femurfraktur zurückzuführen. Besonders des M. Vastus lat. erscheint schwach. Maximale Umfangsdifferenz 4 cm, Bandapparat fest, keine Regenerate tastbar. Der Oberschenkel der gesunden Seite erscheint hypertroph. Die Beugung ist seitengleich, es besteht ein Streckdefizit von 5 Grad. Die objektive Kraft beträgt nur 1/4 der gesunden Seite. Objektiver Gangbefund und Treppensteigen sind unauffällig.

RÖNTGEN:

Leichte Arthrosezunahme femorotibial, Osteoporose

Das Ergebnis ist befriedigend.

9) Patient W.St.: Der Patient, zum Zeitpunkt der OP 25 Jahre alt, hatte mit 15 Jahren eine Patellafraktur erlitten (rechts), und 9 Jahre später zog er sich bei einem Autounfall einen Bruch des lat. Femurkondylus re. zu, bei dem die Patella in Subluxationsstellung kam. Es bestand ein posttraumatisches Genu valgum re., das rechte Bein war infolge alter Tibiafraktur um 2 cm kürzer. 6 Monate nach dem Unfall wurde re. eine Patellektomie in Verbindung mit einer Pendelosteotomie des Tibiakopfes ausgeführt. 4 Wochen Gipsruhigstellung, dann Beginn mit Krankengymnastik. Der Patient wurde mit massiver Oberschenkelatrophie entlassen (7 cm Umfangsminderung). 10 Jahre später wurde dann andernorts eine Medialisierung der Tuberositas tibiae vorgenommen, weil die Strecksehne dauernd bei Beugung nach lateral luxierte.

NACHUNTERSUCHUNG
SUBJEKTIV

Der Patient ist jetzt 37 Jahre alt, Postsekretär, und ist mit dem Ergebnis zufrieden. Er kann sich gut aus den Knien erheben, kann auch weitere Strecken ohne Beschwerden gehen, ist aber unsicher auf unebener Straße und beim Treppabgehen. Er spielt Tischtennis und fährt viel Rad, betreibt sogar Bergsteigen. Postoperativ war er 1/2 Jahr arbeitsunfähig.

OBJEKTIV

Es fällt der deutlich vorspringende mediale Femurkondylus bei Beugung auf. Außerdem besteht eine deutliche Oberschenkelatrophie (max. 5 cm Umfangsdifferenz). Knöcherne Regenerate in der Strecksehne verursachen unregelmäßiges Gleiten bei Bewegung. Die Strecksehne verläuft über dem med. Femurkondylus, Bänder sind fest. Die Beugung ist seitengleich bei Streckung fehler 5 Grad (aktiv). Aufstehen aus der Hocke ist gut möglich, bei objektiver Kraftmessung fällt jedoch deutlich verminderte Kraftleistung auf. Der Gangbefund ist unauffällig, beim Treppensteigen besteht Unsicherheit.

RÖNTGEN:

Femorotibiale und femoropatellare Arthroseverschlechterung;
knöcherne Regenerate; Osteoporose.

Das Ergebnis ist befriedigend (jedoch nur wegen der zusätzlichen Medialisierungsoperation der Strecksehne)

10) Patient H.M.: Der Patient erlitt mit 24 Jahren bei einem Sturz beidseitige Kniescheibenfrakturen, die zunächst konservativ mit einem Beckenbeuggips behandelt wurden. Nach ca. 6 Monaten wurde dann die re. Kniescheibe entfernt. Danach war der Patient beschwerdearm und konnte seinen alten Beruf als Elektriker weiter gut ausführen (meist sitzende Tätigkeit). 20 Jahre später wurde dann wegen ständig zunehmender Beschwerden des li. Femoropatellargelenks (posttraumatische Arthrose) auch die li. Kniescheibe entfernt.: Ausschälung und Raffnaht der Strecksehne, anschließend achtwöchige Ruhigstellung, erst 9 Wochen postoperativ Beginn mit Krankengymnastik.

NACHUNTERSUCHUNG
SUBJEKTIV
Der Patient ist mit beiden Operationsergebnissen zufrieden, beklagt jedoch Unsicherheit, besonders des re. Beines beim Treppensteigen, auf unebener Straße und bei Glätte. Beim Aufstehen aus den Knien geringe Beschwerden; zeitweise Ruheschmerzen; der Patient kann längere Strecken ohne Schwierigkeiten gehen, er schwimmt und radelt. Postoperativ war er nach der ersten OP ca. 1 Jahr, nach der zweiten ca. 6 Monate arbeitsunfähig.

OBJEKTIV
Bei Inspektion erscheinen beide Oberschenkel atrophiert, der re. M. Quadriceps beginnt erst ca. 15 cm oberhalb des Gelenkspalts, es ist kein M. Vastus med. vorhanden. Der li. Oberschenkel ist 2,5 cm stärker. Bänder sind bis auf ein lockeres vorderes Kreuzband li. fest. Nur re. kleine Regenerate tastbar; Beugung beidseits gleich, bei Streckung re. Defizit von 5 Grad; die objektive Kraftleistung ist re. um $\frac{1}{3}$ vermindert; Aufstehen aus dem Sitzen ist ohne Armunterstützung möglich, aus der Hocke ist es eben noch möglich. Der objektive Gangbefund ist unauffällig, treppab fällt eine Unsicherheit re. auf.

RÖNTGEN:
Arthroseverschlechterung femorotibial re. mehr als li.; beidseits femoropatellar nur geringe Arthroseverschlechterung; Regenerate re.

Das Ergebnis ist beidseits befriedigend.

11) Patient F.S.: Der Patient erlitt mit 21 Jahren eine linksseitige Patellafraktur, die konservativ behandelt worden war. Seitdem hatte er langsam zunehmende Beschwerden im Kniegelenk, so daß nach 18 Jahren die Indikation zur sekundären Patellectomie wegen deutlicher femoropatellarer Arthrose gestellt wurde. Die Patella wurde durch eine Längsinzision der Streckaponeurose entfernt und die Strecksehne nach Kirchmeier gerafft. Der postoperative Krankenhausaufenthalt im Gips dauerte nur knapp 14 Tage; anschließend Entlassung im Tutor. Mit KGÜ wurde erst 6 Wochen postop. begonnen. Die Beweglichkeit war 14 Wo. postop. 0-0-90 Grad.

VORGESCHICHTE

NACHUNTERSUCHUNG Der Patient ist mit dem Operationsergebnis zufrieden. Er ist weiterhin im alten Beruf als Justizbeamter tätig, wo er den ganzen Tag zu Fuß unterwegs ist. Er klagt über Unsicherheit und Kraftlosigkeit im operierten Knie, bes. bei stärkerer Beugung. So kommt er z.B. aus der Hocke ohne Armunterstützung nicht mehr hoch. Er klagt auch über Unsicherheit bei Glätte und beim Treppabgehen. Sportlich betreibt er Radfahren und Schwimmen. Sportarten, bei denen er rennen muß sind nicht mehr möglich.

SUBJEKTIV

OBJEKTIV Bei gestrecktem Knie fällt eine deutliche Delle im ehemaligen Patellabett sowie eine Oberschenkelatrophie auf. Der maximale Oberschenkelumfang mißt 2,5 cm weniger als auf der Gegenseite. Das vordere Kreuzband ist gelockert und in der Strecksehne sind kleine Regenerate fühlbar. Besonders eindrucksvoll ist ein nach lateral über den lateralen Femurkondylus auftretendes Abrutschen der Strecksehne bei aktiver und passiver Beugung. Bei Streckung liegt die Sehne dagegen regelrecht in der Mittellinie. Entsprechend ist die Kraft bei Streckung nur 1/4, bei Beugung dagegen über 50% geringer als auf der Gegenseite. Darin dürfte die Unsicherheit begründet sein. Die Streckung ist voll, bei Beugung besteht ein Defizit von 10 Grad. Nebentbefund: Wadenumfangsminde- rung der operierten Seite von 3 cm. Der objektive Gangbefund ist unauffällig, beim Treppensteigen zeigt sich Unsicherheit. Der Patient wurde zu einer Reoperation zur Medialisierung der Strecksehne vorgestellt.

RÖNTGEN: Es fällt eine leichte Arthroseverschlechterung femoropatellar und femorotibial auf; Strecksehnenregenerate; Osteoporose;

Das Ergebnis ist befriedigend.

12) Patient H.Sp.: Der Patient erlitt als Kriegsteilnehmer mit 34 Jahren eine Granatsplitterverletzung des rechten Kniegelenkes und Femurs.

VORGESCHICHTE Als Folge davon blieben eine Beinverkürzung von 4 cm und zahlreiche Splitter in den Weichteilen periartikulär zurück. Mit 58 Jahren wurde nun wegen fortschreitender Arthrose mit Bewegungseinschränkung des Kniegelenkes (das Knie war in 20 Grad-Stellung praktisch steif) die Indikation zur Patellektomie gestellt. Die Patella wurde ausgeschält und der Defekt in der Strecksehne plastisch überbrückt. Der Postop. Krankenhausaufenthalt dauerte 3 1/2 Wochen. Mit regelrechter Krankengymnastik wurde jedoch erst 8 Wochen postop. begonnen. Nach 6 Jahren war die Beweglichkeit 0-5-85 Grad.

NACH UNTERSUCHUNG

SUBJEKTIV

Der Patient ist mit dem Ergebnis zufrieden. Er erreichte eine spürbare Funktionsverbesserung des operierten Knies. Einschränkungen ergeben sich durch die Beugebehinderung beim Bücken, Schuhebinden und Sitzen mit angezogenen Beinen. Ansonsten besteht nur bei Glätte und auf unebener Straße geringe Unsicherheit. Der Patient betreibt Wanderungen und Skilanglauf. Postop. war er 6 Monate arbeitsunfähig.

OBJEKTIV

Es fällt zunächst das Hinken wegen der Beinverkürzung auf (Der Patient benützt eine Absatzerhöhung). Das Kniegelenk erscheint durch die frühere Verletzung deformiert. Die Bänder sind fest; keine Umfangsdifferenz des Oberschenkels; kleine Regenerate in der Strecksehne tastbar. Bei Bewegung des Kniegelenkes ist ein arthrotisches Reiben fühlbar. Beweglichkeit 0-5-85 Grad; bei der Kraftprüfung fällt eine Streckschwäche auf. Beim Treppensteigen besteht eine leichte Unsicherheit.

RONTGEN:

Arthroseverschlechterung femoropatellar und femorotibial; Regenerate;

Das Ergebnis ist befriedigend.

13) Patient A.B.: Der Patient erlitt mit 24 Jahren einen Unfall des linken Knies.

VORGESCHICHTE Seither hatte er ständig Beschwerden. Mit 45 Jahren wurde links wegen deutlicher Varusgonarthrose und Femoropatellararthrose eine operative Gelenktoilette vorgenommen. 2 Jahre später entschloß man sich zur Patellektomie links (Ausschälung der Patella und End zu End Naht von Quadricepssehne und Ligamentum Patellae; Post operativer Krankenhausaufenthalt 3 1/2 Wo., Entlassung im Gips; Beginn mit KGÜ 6 Wochen postop.). Wegen fortschreitender Gonarthrose beidseits wurde der Patient mit 52 Jahren berufsunfähig. Ein Jahr später wurde auch die re. Patella wegen massiver fem.pat. Arthrose entfernt (Ausschälung der Kniescheibe und Verschmälerung der Strecksehne; Beginn mit KGÜ 8 Wo. postop.). Mit 57 Jahren wurde wegen beidseitiger Varusgonarthrose eine Tibiakopfpendelosteotomie vorgenommen.

NACHUNTERSUCHUNG

SUBJEKTIV

Der Patient ist durch seine beidseitige Gonarthrose im täglichen Leben eingeschränkt. Er klagt über Unsicherheit in beiden Knien, li. mehr als re., Die eingeschränkte Beweglichkeit des li. Knies (0-5-70) verursacht Schwierigkeiten beim Sitzen, Bücken, Treppensteigen. Der Patient fährt einen Wagen mit Automatik. Der Patient übt derzeit eine Tätigkeit als Pförtner aus, er benützt keine Gehhilfen und hat trotz seiner fortgeschrittenen Arthrose keinen Dauerschmerz. Er ist mit dem rechten Knie zufrieden.

OBJEKTIV

Beide Knie sind bei Inspektion bis auf eine beidseitige Oberschenkelatrophie unauffällig. In den Strecksehnen sind knöcherne Regenerate tastbar. Bei Bewegung fällt beidseits arthrotisches Reiben auf. Keine Oberschenkelumfangsdifferenzen; Beweglichkeit: re. 0-0-85 Grad; li. 0-5-70 Grad; relativ gute Kraft zur Endstreckung beidseits, bei Beugung Schwäche beidseits; Bänder bis auf lockeres vorderes Kreuzband re. fest; Hinsetzen und Aufstehen ist wegen der eingeschränkten Beugung schlecht durchführbar. Das Gangbild auf ebener Strecke ist praktisch unauffällig, beim Treppensteigen offenbart sich jedoch eine Unsicherheit.

RÖNTGEN:

Massive beidseitige Varusgonarthrose (med. Gelenkspalt), femoropatellare Arthrose; nur mittelmäßige Verschlechterung. Regenerate; Das Ergebnis ist rechts schlecht, links befriedigend.

14) Patientin E.M.: Die Patientin brach sich mit 16 Jahren die linke Kniescheibe und wurde anschließend konservativ mit Gipsruhigstellung behandelt. Seither verschlechterte sich die Funktion des Kniegelenks stetig. In unsere Klinik kam sie erstmals mit 50 Jahren. Das linke Knie war in 10 Grad Beugstellung fibrös versteift, wobei nur noch Wackelbewegungen möglich waren. Außerdem bestand eine Panarthrose des Kniegelenkes röntgenologisch, die Kniescheibe war pseudarthrotisch verheilt, in ihrem Bett fixiert und lateralisiert. Trotz dieser ungünstigen Vorbedingungen entschloß man sich zur Patellektomie und Mobilisierung des Kniegelenkes. Der postoperative Krankenhausaufenthalt dauerte 3 Monate, mit der krankengymnastischen Mobilisierung begann man erst 10 Wochen postoperativ. 12 Wo. postop. war die Beweglichkeit 0-20-40 Grad.

NACHUNTERSUCHUNG Die Patientin kommt mit zwei Stützkrücken. Sie war 6 Jahre nach der Patellektomie, die ihr keine Verbesserung gebracht hatte, auswärts versteift worden. Bis zu dieser Operation hatte sie ständig am linken Bein einen Schienenhülsenapparat getragen. Das Ergebnis ist schlecht.

15) Patient J.Os.: Der Patient erlitt mit 28 Jahren bei einem Motorradunfall beidseits eine Patellafraktur. Beide Frakturen wurden konservativ mit Gipsruhigstellung behandelt, wobei die linke Kniescheibe pseudarthrotisch verheilte. Wegen wachsender Beschwerden auf dieser Seite entschloß man sich 3 Jahre später zur Sekundärpatellektomie. Die Patella wurde durch eine Längsincision der Strecksehne ausgeschält und die Sehnenlücke ohne Raffung vernäht. Der postoperative Krankenhausaufenthalt mit Gipsruhigstellung dauerte 4 Wochen. Dann begann man mit Krankengymnastik. Nach 8 Wochen postoperativ war die Beweglichkeit bei deutlicher Quadricepsatrophie 0-0-110 Grad.

VORGESCHICHTE

NACHUNTERSUCHUNG Der Patient ist jetzt 48 Jahre alt, in seinem alten Beruf als Zimmermann tätig und den ganzen Tag unterwegs. Er ist mit dem OP-Resultat zufrieden, klagt aber über gelegentliche Unsicherheit des operierten Knies. Belastende Sportarten wie Skifahren, Bergsteigen oder Fußballspielen kann er nicht mehr ausführen. Beruflich ist er durch sein Knie besonders bei Knien behindert. Außerdem ist Anstoßen unangenehm. Postoperativ war er 1/2 Jahr arbeitsunfähig.

SUBJEKTIV

OBJEKTIV Am gestreckten Knie ist eine deutliche Delle im ehemaligen Patellabereich sichtbar. Die Bänder sind fest, die max. Umfangsdifferenz beider Oberschenkel beträgt auf der operierten Seite nur 1 cm. Regenerate in der Strecksehne verursachen ein leichtes Reiben bei Bewegung. Die Beugung und die Streckung sind seitengleich. Es läßt eine geringe Kraftminderung (bes. bei Streckung) feststellen. Beim Aufstehen aus der Hocke favorisiert der Patient das gesunde Knie. Gangbild und Treppensteigen sind unauffällig.

RÖNTGEN: Keine Arthrosezunahme weder femorotibial noch femoropatellar; knöcherne Regenerate. Das Ergebnis ist gut.

16) Patientin A.S.: Die Patientin erlitt mit 39 Jahren bei einem Autounfall eine suprakondyläre Oberschenkelfraktur mit Gelenkbeteiligung sowie eine gleichseitige Patellafraktur (links). Dies führte nach konservativer Behandlung zur posttraumatischen femoropatellaren Arthrose. So entschloß man sich 6 Jahre später zur Pateliektomie. Die Patella wurde ausgeschält und Quadricepssehne mit Ligamentum Patellae vernäht. Intraoperativ wurden noch pannusartige intraartikuläre Verwachsungen gelöst. Postoperativ Gipsruhigstellung für 6 Wochen, dann Beginn mit KGÜ; Die Patientin wurde mit einer aktiven Kniegelenksbeweglichkeit von 0-20-70 Grad und einer passiven von 0-0-95 Grad entlassen. Das linke Bein ist um 3 cm kürzer.

NACHUNTERSUCHUNG

Die Patientin ist jetzt 65 Jahre alt und mit dem Operationsergebnis zufrieden. Sie klagt jedoch über Unsicherheit beim Treppensteigen und bei Glätte und hat geringe Beschwerden beim Wetterwechsel. Sie kann weitere Strecken (über 5 km) ohne Beschwerden gehen und ist im täglichen Leben praktisch nicht behindert. Postop. war sie 4 Monate arbeitsunfähig, bis sie ihren alten Beruf wieder aufnahm.

SUBJEKTIV

OBJEKTIV

Das Knie erscheint bei Inspektion unauffällig, bei Quadricepsanspannung ist dagegen kaum ein M. Vastus med. zu tasten. Das Innenband sowie beide Kreuzbänder sind gelockert. Bei der Oberschenkelumfangsmessung zeigt sich ein Defizit von 1,5 cm auf der operierten Seite. Die Beugung ist beidseits gleich, bei der Beugung gleitet die Strecksehne leicht nach lateral ab. Es besteht ein Streckdefizit von 20 Grad (aktiv). Aufstehen aus der Hocke ist wegen der deutlichen Kraftminderung von ca. 2/3 im Vergleich mit der Gegenseite nicht möglich. Auf ebener Strecke ist ein geringes Linkshinken sichtbar, beim Treppensteigen fällt die Unsicherheit sofort auf.

RÖNTGEN:

Es ist eine Zunahme der arthrotischen Zeichen mehr im femorotibialen als im femoropatellaren Gelenk zu sehen. Zudem erscheinen Regenerate, die leicht nach lateral subluxieren; Osteoporose; Das Ergebnis ist befriedigend.

17) Patient W.S.: Der Patient erlitt mit 32 Jahren bei einem Mopedunfall eine Femurschaftfraktur und eine Patellatrümmerfraktur rechts mit Eröffnung des Kniegelenkes und Strecksehnenriß. Es entwickelte sich eine septische Gelenkentzündung, die zu ausgedehnten intraartikulären Verwachsungen führte. Die Patellektomie mit Arthrolyse konnte erst 7 Monate nach dem Unfall ausgeführt werden. Die Quadricepssehne wurde mobilisiert und unter Bildung einer Griffelschachtelplastik mit der Patellarsehne vernäht. Der Restreckapparat wurde eingekerbt. Ruhigstellung für 3 Wochen; nach 8 Wochen entwickelte sich ein M.Sudeck, der beherrscht werden konnte. Der postop. Krankenhausaufenthalt dauerte 10 Wochen. Etwa 1/2 Jahr postoperativ war die Beweglichkeit des operierten Knies 0-25-60 Grad.

NACHUNTERSUCHUNG

Der Patient ist jetzt 43 Jahre alt, in seinem alten Beruf als Maurer tätig und mit dem Ergebnis zufrieden. Er fühlt sich aber durch sein Knie dauernd behindert. Er kann sich aus dem Knien nicht ohne Zuhilfenahme der Arme erheben, ist unsicher beim Treppen- und Gerüststeigen und hat besonders bei Belastung und Wetterwechsel Schmerzen. Er klagt über gelegentliches Einknicken und benützt bei Glätte einen Stock.

SUBJEKTIV

OBJEKTIV

Es fällt zunächst eine deutliche Oberschenkelatrophie auf, der M. Vastus med. ist nicht zu tasten. Maximale Oberschenkelumfangdifferenz 4 cm. In der Strecksehne sind schmerzhaft regenerative Knochenregenerate zu tasten, die bei Bewegung ein deutliches Reiben verursachen. Die Beugung ist nur bis 90 Grad möglich, die Streckung ist aktiv bis 15 Grad, passiv bis 10 Grad möglich. Aufstehen aus dem Sitzen ist unter Favourisierung des gesunden Beines ohne Armunterstützung möglich. Massive Kraftverminderung auf der operierten Seite um 2/3 der Leistung der gesunden Seite. Bei Beugung wandert die Strecksehne leicht nach lateral ab. Der Bandapparat ist fest. Der objektive Gangbefund zeigt rechtsseitiges Hinken und Unsicherheit beim Treppensteigen.

RÖNTGEN:

Arthroseverschlechterung femorotibial und femoropatellar; Strecksehnenregenerate und Osteoporose. Das Ergebnis ist in Anbetracht der schweren Begleitverletzungen mit ehemals drohender Ankylose befriedigend.

18) Patientin A.P.: Die Patientin erlitt mit 44 Jahren bei einem Autounfall eine Trümmerfraktur der linken Knie Scheibe, die auswärts mit einer Osteosynthese versorgt wurde. Nach 6-wöchiger Gipsruhigstellung entließ man die Patientin mit einer Strecksteife des linken Kniegelenkes, in dem nur mehr Wackelbewegungen möglich waren. 14 Wochen nach dem Unfall wurde die Patientin an unserer Klinik patellektomiert, und intraartikuläre Verwachsungen wurden gelöst. Die Quadricepssehne wurde verlängert und der med. und lat. Reservestreckapparat eingekerbt. Postoperativ Lagerung auf einer Bewegungsschiene, um erneuten Verklebungen vorzubeugen. Mit KGÜ begann man 13 Tage postop. Die Beweglichkeit war 3 Monate postop. 0-20-90 Grad.

NACHUNTERSUCHUNG Die Patientin ist voll mit dem Ergebnis zufrieden. Die Anforderungen des täglichen Lebens kann sie ohne Behinderung ausführen. Nur bei stärkerer Belastung wie schneller Laufen, Bergabgehen tritt eine leichte Unsicherheit auf. Gelegentlich verursacht auch ein Wetterwechsel leichte Beschwerden. Postoperativ war die Patientin 4 Monate arbeitsunfähig.

SUBJEKTIV

OBJEKTIV Es fällt eine leichte Oberschenkelatrophie des operierten Beines auf. (Max. Oberschenkelumfangsdifferenz 2,5 cm). Die Bänder sind fest. Bei Palpation in Ruhe und in Bewegung sind kleine Regenerate in der Strecksehne tastbar. Die Beweglichkeit ist aktiv und passiv seitengleich. Aktive Streckung ist auch gegen leichten Widerstand möglich, die Kraft ist jedoch um etwa 25% geringer. Das objektive Gangbild mit Treppensteigen ist unauffällig.

RÖNTGEN: Geringe femoropatellare Arthrosezunahme; Regenerate; Der laterale Kondylus zeigt auf der seitlichen Aufnahme bei leichter Beugung eine unregelmäßige Konturierung (wahrscheinlich durch die Strecksehne mit ihren Regeneraten entstanden, die über den lat. Kondylus bei Bewegung ziehen)

Das Ergebnis ist gut.

19) Patient L.L.: Der Patient verletzte sich mit 13 Jahren durch einen Axthieb am rechten Knie. Eine kurz darauf auswärts ausgeführte Arthrotomie führte zu keinem Ergebnis. Die Kniegelenksfunktion verschlechterte sich jedoch mit der Zeit zusehends. Als 33-jähriger kommt der Patient mit einer subtotalen fibrösen Strecksteife des rechten Kniegelenkes an unsere Klinik. (Beweglichkeit 0-0-10 Grad) Die Patella ist am Femur fixiert, es besteht eine massive Oberschenkelatrophie. Zur Gelenkmobilisierung wird die Patellektomie sowie eine Quadricepssehnenverlängerung ausgeführt, beide Menisci werden entfernt und das ehemalige Patellabett in der Strecksehne wird mit einem Lappen aus dem Hoffa'schen Fettkörper gedeckt. Anschließend Gipsruhigstellung in 40 Grad Beugstellung; nach 3 Wochen Beginn mit KGÜ. Die Beweglichkeit 6 Wochen postoperativ beträgt: aktiv 0-25-35 Grad; passiv 0-5-35 Grad.

NACHUNTERSUCHUNG

SUBJEKTIV

Der Patient ist jetzt 44 Jahre alt und in seinem ehemaligen Beruf als Dreher tätig. Er ist mit dem OP-Resultat zufrieden. Da er das rechte Bein aber nicht bis zum rechten Winkel beugen kann, ist er im täglichen Leben deutlich behindert. Geringe Ruhebeschwerden, deutliche Belastungsschmerzen sowie eine spürbare Unsicherheit auch bei geringer Belastung schränken den Patienten im Alltagsleben ein. Postoperativ war er 3 Monate arbeitsunfähig.

OBJEKTIV

Eine massive Oberschenkelatrophie mit maximaler Umfangsdifferenz von 6 cm ist Ausdruck der Funktionsminderung. Beweglichkeit aktiv 0-20-60 Grad, passiv 0-10-60 Grad; Bei Bewegung ist ein deutliches Reiben fühlbar. Die Kraft ist zur Gegenseite stark vermindert ($\frac{3}{4}$ weniger). Wegen der mangelhaften Beugung rechts ist Aufstehen aus dem Sitzen nur mit Armunterstützung möglich. Im Gangbild zeigt sich ein leichtes Rechtshinken sowie eine deutliche Unsicherheit beim Treppensteigen.

RÖNTGEN:

Deutliche femorotibiale Arthrosezunahme, die Form der Kondylen war bis zur Operation infolge der langen Steife des Knies auf der seitlichen Aufnahme in Streckstellung abgeflacht. Bei den Aufnahmen bei der Nachuntersuchung zeigt sich nun eine erneute Rundung der Kondylen, wie sie dem natürlichen Zustand entspricht. In der Strecksehne sind Regenerate sichtbar. Osteoporose.

Das Ergebnis muß in Anbetracht der äußerst ungünstigen Voraussetzungen zum Zeitpunkt der Operation als befriedigend gewertet werden.

20) Patient A.Bi.: Der Patient erlitt mit 17 Jahren bei einem Mopedunfall eine Kondylentrümmerfraktur des rechten Femurs sowie eine komplette Peroneusparesse rechts. Der Patient wurde nach 5-monatigem auswärtigen Klinikaufenthalt mit einer Beugekontraktur des rechten Kniegelenkes (Beweglichkeit 0-30-90) an unsere Klinik überwiesen. Es wurde eine Arthrolυση vorgenommen, die Patella sowie beide Menisci wurden entfernt, intraartikuläre Verwachsungen gelöst und Knorpelnekrosen am medialen Femurkondylus abgetreten. Mit Bewegungsübungen wurde kurz nach der Operation begonnen, um erneuten Verwachsungen vorzubeugen. Bei der Entlassung 4 Monate postoperativ war die Beweglichkeit 0-5-80 aktiv und passiv.

NACHUNTERSUCHUNG

SUBJEKTIV

Der Patient ist jetzt 29 Jahre alt. Er mußte seinen alten Beruf als Landwirt aufgeben, da er durch sein rechtes Knie bei allen Tätigkeiten behindert ist. Schon beim normalen Gehen treten Unsicherheit und Schmerzen auf. Belastungen sind unmöglich. Der Patient ist mit dem Ergebnis nicht zufrieden.

OBJEKTIV

Es fällt eine deutliche Verplumpung der Kniegelenkskonturen auf. Die Oberschenkelatrophie ist mit 2,5 cm. max. Umfangsdifferenz weniger ausgeprägt als die Kraftminderung, die 60% beträgt. Bei Bewegung imponiert ein starkes Arthrosereiben. Der objektive Gangbefund ergibt Rechtshinken und massive Unsicherheit beim Treppensteigen.

RÖNTGEN:

Starke posttraumatische Panarthrose des rechten Kniegelenkes mit fast völliger Aufhebung des lateralen Gelenkspaltes; auch femoropatellare Arthrose sowie Regenerate; deutliche Osteoporose.

Das Ergebnis ist schlecht.

- 21) Patient J.F.: Der Patient erlitt mit 20 Jahren bei einem Motorradunfall eine Femurschaftfraktur mit Patellatrümmerfraktur rechts sowie eine Armplexuslähmung rechts mit Verlust des rechten Unterarmes. Die Femurfraktur wurde genagelt und die Patellafraktur gedrahtet (beides auswärts). Anschließend Ruhigstellung für insgesamt 16 Wochen. Der Patient wurde ein Jahr später an unserer Klinik patellektomiert, da die Patellafraktur pseudarthrotisch verheilt war und die Kniegelenksbeweglichkeit aktiv nur mehr 0-5-20 Grad betrug. Ein halbes Jahr später wurde erneut arthrotomiert und zur Verbesserung* eine Arthrolyse mit medialer Meniscektomie vorgenommen. (*der Beweglichkeit)
- Postoperativ war die Beweglichkeit nach 4 Wochen 0-10-120 Grad. Es war bereits 14 Tage postop. mit Krankengymnastik begonnen worden.
- NACHUNTERSUCHUNG Der Patient ist jetzt 32 Jahre. Er ist mit dem Ergebnis zufrieden.
- SUBJEKTIV Trotz der gleichseitigen Armlähmung behindert ihn das operierte Bein nur bei Belastung wegen leichter Kraftlosigkeit. Er hat keine Ruhebeschwerden. Der Patient war postoperativ 6 Monate arbeitsunfähig.
- OBJEKTIV Bei der Inspektion fallen starke Narbenbildung und eine deutliche Oberschenkelatrophie auf. (Umfangsdifferenz bis zu 5 cm). Das vordere Kreuzband ist locker. Die Streckung und Beugung aktiv sind jeweils um 10 Grad zur Gegenseite vermindert. Die objektive Kraftprüfung ergibt um ca. 50% geringere Werte. Objektiver Gangbefund: Rechtshinken; beim Treppensteigen Unsicherheit.
- RONTGEN: Deutliche Regenerate in der Strecksehne; keine femoropatellare Arthrose; femorotibial Zunahme der Arthrosezeichen bes. med. (Meniscektomie!)
- Das Ergebnis ist befriedigend, da eine deutliche Funktionsverbesserung erreicht werden konnte.

- 22) Patient J.B.: Der Patient erlitt mit 17 Jahren bei einem Mopedunfall eine Femurschaftfraktur mit Hüftluxation links sowie eine Patella-trümmerfraktur li. Da die Hüftluxation auswärts zu spät erkannt worden war, mußte 4 Monate später eine Arthrodesse des linken Hüftgelenkes durchgeführt werden. Das Kniegelenk verschlechterte sich in seiner Beweglichkeit zunehmend, da die Patellafraktur konservativ behandelt worden war. Ein Jahr nach dem Unfall wurde an unserer Klinik die Patellektomie mit Arthrololyse durchgeführt. Ligamentum Patellae und Quadricepssehne wurden vereinigt und der Reserve-streckapparat eingekerbt. 14 Tage postop. Beginn mit Mobilisierung. Drei Monate postoperativ war die Beweglichkeit des linken Knies 0-5-60 Grad, so daß man sich zur Narkosebeugung entschloß. Bei Entlassung 5 Monate postop. war die Beweglichkeit 0-5-90 Grad. Ein halbes Jahr später erlitt der Patient bei einem Unfall eine Schenkelhalsfraktur des linken versteiften Hüftgelenkes und eine gleichseitige distale Tibia- und Fibulafraktur. Alle Verletzungen wurden operativ versorgt. Durch diesen Rückfall war die Rehabilitation des linken Kniegelenkes behindert.
- NACHUNTERSUCHUNG
SUBJEKTIV Der Patient empfindet eine Funktionsverbesserung des linken Knies, er ist mehr durch die gleichseitige steife Hüfte behindert. Die normalen Tätigkeiten des Alltags werden durch das Kniegelenk kaum behindert, erhebliche Schwierigkeiten treten jedoch bei jeglicher Belastung auf. Hier bestehen neben Unsicherheit und Kraftlosigkeit auch Schmerzen im operierten Knie. Der Pat. mußte seinen Beruf wechseln. Er benützt keine Gehhilfen.
- OBJEKTIV Es fällt ein deutliches Linkshinken auf. Das linke Bein ist 3 cm kürzer, die Oberschenkelmuskulatur ist deutlich schwächer (max. Umfangsminderung 5 cm). Ebenso besteht eine starke Kraftminderung von ca. 70%. Beweglichkeit: 0-10-105 Grad, wobei die fehlende Endstreckung von der Muskelschwäche her resultiert. Beim Treppensteigen wird das gesunde Bein deutlich bevorzugt.
- RONTGEN: Femorotibial ist eine deutliche Gelenkspaltverschmälerung sichtbar; kleine Strecksehnenregenerate; keine femoropatellare Arthrose jedoch Osteoporose. Das Ergebnis ist befriedigend.

23) Patientin A.T.:	Die Patientin erlitt 15jährig bei einem Mopedunfall eine
VORGESCHICHTE	Patellatrümmerfraktur und eine zunächst nicht erkannte Oberschenkelhalsfraktur sowie eine Abspaltung des lateralen Femurkondylus (alles linksseitig). Die Patientin wurde zunächst wegen der Patella- und Kondylenfraktur mit einer 6-wöchigen Beckengipsruhigstellung versorgt. Erst dann stellte man die Oberschenkelhalsfraktur fest. 4 Monate nach dem Unfall wurde an unserer Klinik die Patellektomie zur Gelenkmobilisierung durchgeführt. Quadriceps- und Patellarsehne wurden vernäht und die Gracilissehne zur Unterstützung der Streckung darübergesteppt. Am Hüftgelenk wurde nichts gemacht. 4 Wo. postop. begann man mit der Mobilisierung. Nach insgesamt 8-monatigem Krankenhausaufenthalt war die Beweglichkeit des li. Knies 0-5-85 Grad bei einer gleichseitigen Beinverkürzung von 3 cm.
NACHUNTERSUCHUNG	Die Patientin ist mit dem Op-ergebnis zufrieden. Sie hat von Seiten des Knies keine Beschwerden, nur die Hüfte behindert sie. Sie hat weder Schwierigkeiten bei längerem Gehen noch beim Treppensteigen oder auf unebener Straße. Sie unternimmt sogar Bergtouren und arbeitet immer noch im gleichen Beruf. Die postoperative Arbeitsunfähigkeit betrug insgesamt 10 Monate.
SUBJEKTIV	
OBJEKTIV	Es fällt ein linkshinkendes Gangbild auf. Deutliche Oberschenkelatrophie und Kraftminderung (4 cm bzw. 60%) der linken Seite; Die Beweglichkeit beträgt 0-0-90 Grad, das vordere Kreuzband ist locker. Das linke Hüftgelenk ist fibrös versteift, es sind nur noch Wackelbewegungen möglich. Hierdurch treten Schwierigkeiten beim Aufstehen von einem Stuhl und beim Treppensteigen auf.
RÖNTGEN:	Es sind leichte arthrotische Veränderungen des linken Kniegelenkes femorotibial erkennbar. Deutliche Osteoporose; die linke Hüfte zeigt einen Teilschwund des Hüftkopfes mit erheblicher Varusstellung des Schenkelhalses sowie arthrotische Zeichen. Das Ergebnis ist befriedigend.

- 24) Patient A.G.: Zum Zeitpunkt der Operation 28 Jahre alt, städtischer Angestellter,
- VORGESCHICHTE** litt der Patient seit früher Jugend an beidseitigen Kniebeschwerden links stärker als rechts infolge beidseits hypoplastisch angelegter Kniescheiben. Die linke Patella luxierte öfters spontan, weswegen zunächst eine Medialisierung der Tuberositas Tibiae mit medialer Meniscektomie links durchgeführt wurde. Da die Beschwerden sich nicht besserten, führte man 5 Monate später eine Entfernung der linken hypoplastischen, vierteiligen Patella durch. Ligamentum Patellae und Quadricepssehne wurden unter Verkürzung des Streckapparates vernäht, anschließend Gipsruhigstellung für insgesamt 8 Wochen. 12 Wochen postoperativ war die Beweglichkeit 0-0-85 Grad.
- NACHUNTERSUCHUNG** Der Patient ist jetzt 39 Jahre alt und in seinem früheren Beruf tätig. Er ist mit dem OP-ergebnis zufrieden, klagt weder über Unsicherheit noch über irgendwelche Beschwerden bei Wetterwechsel oder sportlicher Betätigung. Einzig das Anstoßen mit dem operierten Knie ist unangenehm.
- SUBJEKTIV**
- OBJEKTIV** Das operierte Bein erscheint außer einer geringen Vastus medialis-Atrophie unauffällig. Beidseits sind die vorderen Kreuzbänder locker. Nur 1 cm Umfangsminderung des Oberschenkels; knöcherne Regenerate sind in der Strecksehne tastbar; volle Beweglichkeit beider Kniegelenke, gleiche objektive Kraftleistung;
- RÖNTGEN:** Es ist lediglich eine leichte Arthrosezunahme in der medialen Abteilung des Femorotibialgelenkes sichtbar (Meniscektomie!) ferner eine geringgradige Osteoporose sowie Regenerate in der Strecksehne.
- Das Ergebnis ist gut.

- 25) Patient A.U.: Der Patient leidet an einer angeborenen Subluxationstendenz beider Kniescheiben sowie beidseitigen genua valga. Nach einem FKW-unfall luxierte die rechte Patella wiederholt. So wurde wegen der bereits bestehenden femoropatellaren Arthrosezeichen die Indikation zur Patellektomie gestellt. Die Patella wurde unter Erhaltung des Streckapparates ausgeschält und die Vastus medialis-Sehne vorverlagert. Nach 6 wöchiger Gipsruhigstellung begann man mit der Mobilisierung. 13 Wochen postoperativ war die Beweglichkeit 0-0-100 Grad.
- NACHUNTERSUCHUNG Der Patient ist voll mit dem Ergebnis zufrieden. Er klagt über keinerlei Unsicherheit und ist auch nicht in sportlicher Hinsicht behindert. Seinen Beruf als Landwirt konnte er 6 Monate postoperativ wieder aufnehmen.
- SUBJEKTIV
- OBJEKTIV Es fällt eine geringgradige Oberschenkelatrophie auf (1,5 cm), der Bandapparat ist fest, bei passiver Bewegung imponiert ein leichtes Reiben im Femoropatellargelenk (Regenerate). Die Beweglichkeit und Kraftleistung sind seitengleich. Aufstehen aus der Hocke und Stehen auf dem leicht gebeugten Bein sind möglich. Objektiver Gangbefund und Treppensteigen sind unauffällig.
- RÖNTGEN: Keine Arthroseverschlechterung, weder femorotibial noch femoropatellar; Regenerate.
- Das Ergebnis ist gut.

- 26) Patientin M.R.: Die Patientin wurde mit 28 Jahren wegen rezidivierender Reizergüsse des linken Kniegelenkes patellektomiert (Entfernung der kleinen weichen Patella, Raffung des Streckapparates). Bereits zum Zeitpunkt der Operation bestanden medial am Gelenkspalt arthrotische Zeichen (2 Jahre zuvor Meniscektomie med.). Die Patientin wurde zunächst mit einem Beckenbeingsips für 4 Wochen versorgt. Während des stationären Aufenthaltes stürzte die Patientin und erlitt im Anschluß daran eine Tetraparese, die sich nur langsam zurückbildete. Nach insgesamt 7-wöchiger postoperativer Ruhigstellung wurde mit der Mobilisation begonnen, die die Patientin jedoch eine Woche später eigenmächtig abbrach. Sie übte nach eigenen Angaben selbst zuhause weiter.
- NACHUNTERSUCHUNG
SUBJEKTIV Die Patientin ist jetzt 41 Jahre alt und seit der Operation noch nie ohne Krücken gelaufen. Sie klagt über Dauerschmerzen und Unsicherheit im linken Knie, die in den letzten Jahren zugenommen haben. Obwohl die Patientin selbständig regelmäßig übte, stellte sich keine Verbesserung der Kniegelenksfunktion ein. Sie ist mit dem Ergebnis völlig unzufrieden und auf eine dauernde ärztliche Behandlung angewiesen. Postoperativ war kein Berufswechsel nötig (sitzende Tätigkeit).
- OBJEKTIV Es fällt eine massive Verplumpung und Verbreiterung des linken Knies auf. Der M. Quadriceps ist stark atrophisch, der Vastus med. fehlt. (Umfangsdifferenz bis 6 cm) Die Beweglichkeit ist schmerzhaft gegenüber der Gegenseite eingeschränkt (0-15-90 Grad gegenüber 0-0-130 Grad). Der Bandapparat ist insgesamt locker (Wackelknie), das Knie kann aktiv nicht gegen die Schwerkraft gestreckt werden. Durch die fehlende aktive und passive Endstreckung besteht eine totale Unsicherheit, so daß die Patientin auf zwei Stützkrücken angewiesen ist. Die Strecksehne liegt bei Bewegung regelrecht in der Mitte.
- RÖNTGEN: Massive panarthrotische Verschlechterung des gesamten linken Knies. Der Gelenkspalt ist praktisch aufgebraucht. Osteoporose; Die Patientin wurde zur Endoprothese bzw. Arthrodesis vorgestellt.
Das Ergebnis ist schlecht.

[illegible]

FALL	OP-ALTER	SEITE	MI-ZEITRAUM	INDIKATION	ZUR OP	KOMPLIKATIONEN	OP-TECHNIKA	NACHBEHANDL.	SUBJEKTIVE BE-SCHWERDEN	OBJEKTIVE BE-SCHWERDEN	RÖNTGENOLG.	VERSCHLECHTERUNG	BEWERTUNG
11/F.S. m. 39J. li.	4J. postop.	posttraumatische	Feuoropat., arthrose			- - - - -	Ausschälung, Raffnaht	6 Wo. Gips, dann KGU	Unsicherheit, Kraftlo-sigkeit, bes. bei Bela-stung	akt. Streckung seitlich 10 Grad Defizit 2,5 cm Umfangsdifferenz, Kraftänderung++	akt. Streckung 5 Grad Defizit 45 Grad Defizit KEINE UMFANGSDIFFERENZ! KEINE KRAFTÄNDERUNG+	Arthroseverschlechterung fem. pat., Regenerate, Osteo-pore	BEFR
12/H.Sp. m. 58J. re.	10J. postop.	posttraumatische	Feuoropat., arthrose			Granatsplitter-verletzung des re. Oberbrückung des Defektes (Kniegelenks (Kriegsverletzung))	Ausschälung, Überbrückung	8 Wo. Gips, dann KGU	Unsicherheit, bes. bei Belastung, Schwierig-keiten beim Bücken	akt. Streckung 5 Grad Defizit 45 Grad Defizit KEINE UMFANGSDIFFERENZ! KEINE KRAFTÄNDERUNG+	akt. Streckung 5 Grad Defizit 45 Grad Defizit KEINE UMFANGSDIFFERENZ! KEINE KRAFTÄNDERUNG+	Arthroseverschlechterung fem. pat. und fem. tib., Strecksehnenregenerate	BEFR.
13/A.B. m. 47J. re. li	10/16J. postop.	beiderseits feuoro-patellararthrose				mit 57 J. beids. Pendelosteotomie der Tibia wegen genua vara	End zu End-Ausschälung u. Raffung re	re. 8 Wo. Gips dann KGU	Starke Unsicherheit li. Beweglichkeit li.-c-5-70 re. 0-0-85	Starke Unsicherheit li. Beweglichkeit li.-c-5-70 re. 0-0-85	Starke Unsicherheit li. Beweglichkeit li.-c-5-70 re. 0-0-85	schwerste Panarthrose beid-seits, Regenerate beid-seits SCHL	
14/E.M. v. 50J. li.	15J. postop.	fibröse Strecksteife Panarthrose li. Knie				Intraartikul. Verwachsungen	Arthrolyse, Ausschälung, Sehnenverläng.	4 Wo. Gips, dann Mobilis. Knie	leichte Unsicherheit, leichte Unsicherheit, Biegung und Streckung seitengl. 1 cm Anfangsdifferenz, Kraftänderung+	leichte Unsicherheit, leichte Unsicherheit, Biegung und Streckung seitengl. 1 cm Anfangsdifferenz, Kraftänderung+	leichte Unsicherheit, leichte Unsicherheit, Biegung und Streckung seitengl. 1 cm Anfangsdifferenz, Kraftänderung+	keine Arthroseverschleacht. GUT Regenerate in der Streck-sehne	BEFR
15/J. G. m. 70J. li.	18J. postop.	posttraumatische	Feuoropat., arthrose			- - - - -	Ausschälung, Naht der Seh-nenlücke	6 Wo. Gips, dann KGU	Unsicherheit, Schmerz bei Belastung und Wetterwechsel	akt. Streckung 20 Grad Defizit 45 Grad Defizit 1,5 cm Umfangsdifferenz 1,5 cm Kraftänderung +++	akt. Streckung 20 Grad Defizit 45 Grad Defizit 1,5 cm Umfangsdifferenz 1,5 cm Kraftänderung +++	Arthroseverschlechterung femorotibial, Regenerate, Osteoporose	BEFR
16/A.S. v. 45J. li.	17J. postop.	posttraumatische	Feuoropat., arthrose			Unfall vor 6 J.	End zu End-Entschärfung mit Ge-lenkteilbeteiligung von Gelenk-linien	6 Wo. Gips, dann KGU	Unsicherheit, Schmerz bei Belastung und Wetterwechsel	akt. Streckung 20 Grad Defizit 45 Grad Defizit 1,5 cm Umfangsdifferenz 1,5 cm Kraftänderung +++	akt. Streckung 20 Grad Defizit 45 Grad Defizit 1,5 cm Umfangsdifferenz 1,5 cm Kraftänderung +++	Arthroseverschlechterung femorotibial, Regenerate, Osteoporose	BEFR
17/M.S. m. 32J. re.	10J. postop.	Z.n. Trümmerfraktur (offen) mit septi-scher Arthritis, scharftrüch, ausge dehnte Verwach-sungen im Gelenk				Infektion, gleich-seitiger feuor-scharftrüch, geringe, lösen	Ausschälung, Sehnenverläng., lösen der Verwachs.	3 Wo. Gips, dann Mobilis. Knie	Ständige Unsicherheit, Schmerz bei Belastung und Wetterwechsel	akt. Streckung 15 Grad Defizit 40 Grad Defizit 4 cm Umfangsdifferenz 4 cm Kraftänderung++	akt. Streckung 15 Grad Defizit 40 Grad Defizit 4 cm Umfangsdifferenz 4 cm Kraftänderung++	Arthroseverschlechterung fem. tib. und fem. pat. Regenerate d. Strecksehne	BEFR
18/A.P. v. 44J. li.	16J. postop.	posttraumatische	fibröse Strecksteife			Unfall vor 3 1/2 Mon.	Ausschälung, Sehnenverläng., lösen von Verwachsungen	2 Wo. Gips, dann KGU	Unsicherheit, Schmerz bei Belastung und Wetterwechsel	akt. Streckung und Biegung seitengl. 2,5 cm Anfangsdifferenz 2,5 cm Kraftänderung++	akt. Streckung und Biegung seitengl. 2,5 cm Anfangsdifferenz 2,5 cm Kraftänderung++	Keine Arthroseverschleacht. GUT fem. tib., leichte Arthrose-zunahme fem. pat., Regenerate	BEFR
19/L.L. m. 33J. re	11J. postop.	posttraumatische	fibröse Strecksteife			Unfall vor 3 1/2 Mon.	Ausschälung, Sehnenverläng., lösen von Verwachsungen	3 Wo. Gips, dann KGU	Ständige Unsicherheit, Schmerz bei Belastung und Wetterwechsel	akt. Streckung 20 Grad Defizit 40 Grad Defizit 6 cm Umfangsdifferenz 6 cm Kraftänderung+++	akt. Streckung 20 Grad Defizit 40 Grad Defizit 6 cm Umfangsdifferenz 6 cm Kraftänderung+++	Deutliche Verschlechterung einer fem. tib. Arthrose geringe Zunahme einer fem. pat. Arthrose, Regenerate, Osteoporose	BEFR
20/A.B. m. 18J. re	12J. postop.	posttraumatische	Beugekontraktur nach Trümmerfraktur vor 11 Monaten			gleichseitige Beugekontraktur nach Kondylentrümmer-fraktur, Paronychiaus-wachsungen, beide Metacar-pale entfernt	Ausschälung, sofort post op. KGU	Ständige Behinderung durch Schmerzen und Schwäche	aktive Streckung 5 Grad Defizit 50 Grad Defizit 2,5 cm Anfangsdifferenz 2,5 cm Kraftänderung+++	aktive Streckung 5 Grad Defizit 50 Grad Defizit 2,5 cm Anfangsdifferenz 2,5 cm Kraftänderung+++	aktive Streckung 5 Grad Defizit 50 Grad Defizit 2,5 cm Anfangsdifferenz 2,5 cm Kraftänderung+++	Starke Arthroseverschlechterung Panarthrose, Regenerate, Osteoporose	SCHL

7.3 Zusammenfassung der Nachuntersuchungsergebnisse

Es konnten 26 von insgesamt 43 Patienten persönlich nachuntersucht werden. Hiervon waren 5 Frauen und 21 Männer. Bei 2 Männern lag eine beidseitige Patellektomie vor, so daß sich die Gesamtzahl der Fälle auf 28 erhöht.

7.3.1. Gesamtergebnis, aufgeteilt nach Indikationen:

<u>INDIKATION (Zahl der Fälle)</u>	<u>ERGEBNISSE</u>		
	<u>GUT</u>	<u>BEFRIEDIGEND</u>	<u>SCHLECHT</u>
<u>Patellatrümmerfraktur (8 F.)</u>	3	4	1
<u>Femoropatellararthrose nach früherer Fraktur/Pseudarthrose der Patella (8 F.)</u>	1	6	1
<u>Arthrolyse mit Patellektomie nach posttraumatischer Gelenksteife (9 F.)</u>	1	6	2
<u>Knorpelschaden der Patellagelenkfläche infolge habitueller Luxation oder Chondromalacie (3 F.)</u>	1	1	1

Aus dieser Aufstellung folgt, daß die Patellektomie bei nicht vorgeschädigten Gelenken bessere Ergebnisse erwarten läßt.

7.3.2. Zeitraum zwischen Operation und Nachuntersuchung:

15-25 Jahre: 9 Fälle

10-14 Jahre: 13 Fälle

5-9 Jahre : 4 Fälle

4 Jahre : 2 Fälle

Der durchschnittliche Nachuntersuchungszeitraum postoperativ beträgt 12,2 Jahre

Bei den Nachuntersuchungsergebnissen handelt es sich also um Spätergebnisse.

7.3.3. Postoperative Arbeitsunfähigkeit:

Die Dauer der postoperativen Arbeitsunfähigkeit schwankte zwischen 6 Wochen und 12 Monaten, im Durchschnitt war sie in 22 Fällen: 6,4 Monate. Vier Patienten mußten ihren alten Beruf aufgeben.

Diese Zeit unterscheidet sich von der, die andere Autoren angeben: Friberg gibt als durchschnittliche postoperative Arbeitsunfähigkeit 2,7 Monate an, Stougard berichtet, daß von 63 Fällen 11 bis 2 Monate postoperativ arbeitsunfähig waren, 30 waren 2-6 Monate und 22 7-12 Monate arbeitsunfähig. Bei Scott werden für die Dauer der postoperativen Arbeitsunfähigkeit in 28 Fällen zwischen 4 und 5 Monate durchschnittlich angegeben. Einola gibt durchschnittlich 2,6 Monate an.

7.3.4 Postoperative Therapie:

Die durchschnittliche postoperative Gipsruhigstellung betrug 5,5 Wochen. Nach Abschluß der Wundheilung wurden die Patienten gehalten, im Gips Anspannungsübungen durchzuführen. Die eigentliche Mobilisierung und Muskelkräftigung erfolgte erst nach Gipsabnahme.

Die Dauer des Krankenhausaufenthaltes war sehr unterschiedlich, sie schwankte von 3 Wochen bis zu 8 Monaten, je nach der Schwere eventueller Begleitverletzungen.

7.3.5 Subjektive Beschwerden:

Von den 26 Patienten klagten 20 über eine leichte bis massive Unsicherheit im operierten Knie. Nur 5 Patienten gaben keinerlei subjektive Schwäche an. Eine Patientin, deren Kniegelenk versteift worden war, scheidet aus. Über gelegentliche leichte Schmerzen, besonders beim Wetterwechsel klagten 6 Patienten, 3 weitere Patienten gaben einen Dauerschmerz im operierten Kniegelenk an. Eine kosmetische Beeinträchtigung durch die fehlende Patella wurde in keinem Fall berichtet.

Die Sportfähigkeit wird durch die Patellectomie beeinträchtigt. Sportarten, die eine gute muskuläre Kontrolle des Knies erfordern, wie Fußball oder Skifahren wurden aufgegeben. Radfahren, Wandern, Schwimmen und auch leichtere Bergtouren konnten jedoch von den Patienten, die ein gutes und befriedigendes Ergebnis erreicht haben weiterhin betrieben werden.

7.3.6 Objektive Befunde:

Von 26 Patienten erreichten 10 eine volle Streckung, 11 Patienten hatten ein Streckdefizit von bis zu 10 Grad, 4 Patienten hatten ein Streckdefizit von 10 bis zu 20 Grad und eine Patientin, die versteift wurde, scheidet aus.

Gleiche Beugung wie auf der gesunden Seite erreichten von 25 Patienten 11, bis 10 Grad Beugedefizit hatten 5 Patienten, 20 Grad ein Patient und über 30 Grad Beugedefizit hatten 8 Patienten. Von diesen konnten 4 Patienten nicht bis zu 90 Grad beugen.

Bei der Kraftmessung ließ sich eine subjektive Schwäche nicht immer objektiv bestätigen. Gleiche Kraft wie auf der Gegenseite war in 5 von insgesamt 25 Fällen zu beobachten.

Eine Kraftminderung von maximal 25% im Vergleich zum gesunden Bein zeigte sich bei 4 Patienten, eine solche von 26-50% in 7 Fällen und in 9 Fällen war die Kraft über 50 % geringer.

Die Oberschenkelumfänge, 10 und 20 cm oberhalb des medialen Gelenkspaltes gemessen, waren in 3 Fällen seitengleich, in 7 Fällen war die maximale Umfangsdifferenz zur Gegenseite bis zu 2 cm, in 8 Fällen 2-4 cm und 7 Fällen über 4 cm. Die Größe der Umfangsminderung ließ keinen Schluß auf die Kraftminderung zu.

Eine Lockerung des hinteren Kreuzbandes, wie sie Fürmaier als Folge der fehlenden Kniescheibe vermutet, konnte in keinem Fall gefunden werden. Ebenso konnte kein Einfluß der Patellektomie auf den physiologischen Valguswinkel beobachtet werden, wie es Jensenius meint.

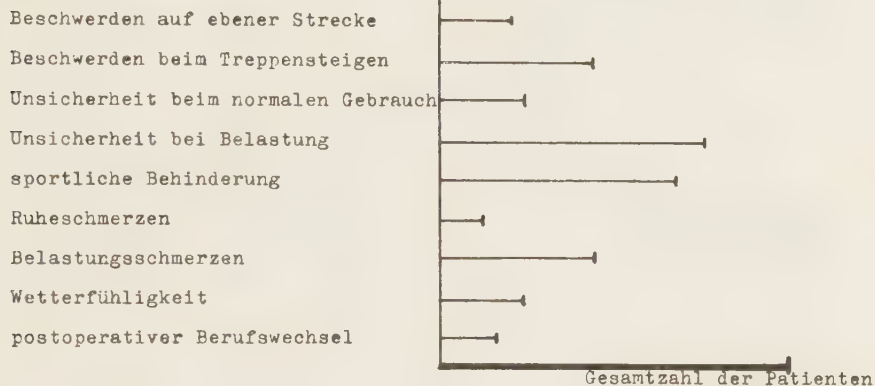
7.3.7. Röntgenologisch konnte von 25 Patienten in 9 Fällen keine Zunahme weder einer femoropatellaren noch einer femorotibialen Arthrose beobachtet werden. In 11 Fällen verschlechterte sich eine vorbestehende Arthrose bzw. traten erstmals arthrotische Zeichen auf (Verschlechterung gemäß der Gradeinteilung von E. Jonasch; vgl. Abschnitt 7.2.1.). Bei 5 Patienten war eine massive Arthroseverschlechterung zu erkennen.

Knöcherne Regenerate im ehemaligen Patellabett machten nur selten subjektive Beschwerden. Solche Knocheninseln konnten in 19 Fällen in mehr oder weniger starker Ausprägung festgestellt werden. Es konnte kein Zusammenhang mit einer femoropatellaren Arthrose hergestellt werden. In einem großen Teil der Fälle wurde jedoch ein Subluxieren dieser Regenerate (und damit der Strecksehne) auf der Tangentialaufnahme beobachtet. Eine Verminderung der Knochendichte des operierten Kniegelenkes wurde in 13 Fällen gesehen. Dies ist wahrscheinlich im Zusammenhang mit der Schonung des Gelenkes zu verstehen.

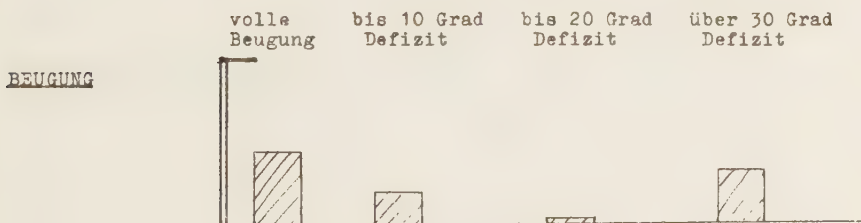
Interessant ist die Beobachtung, daß von den 8 Patellektomien wegen einer Trümmerfraktur nur 2 eine leichte Arthrosezunahme zeigten. Kniegelenke, die dagegen eine längere Vorschädigung aufwiesen, zeigten fast alle eine Verschlechterung.

738 Übersicht der subjektiven und objektiven Beschwerden

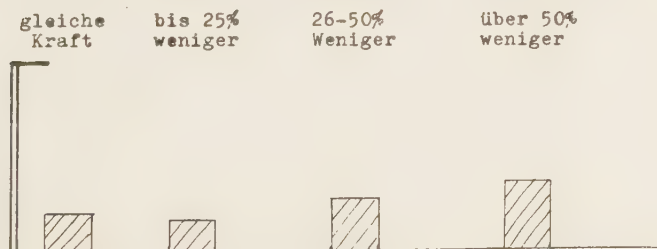
Subjektive Beschwerden:



Objektive Befunde:



KRAFTLEISTUNG IM VERGLEICH ZUR GEGENSEITE



MAXIMALE OBERSCHENKEL-
LÄNGSDIFFERENZ ZUM
GEGENSEITE

seiten-
gleich

bis zu
2 cm

2-4 cm

über 4 cm



keine

gering
fem.pat./fem.tib.

stark

ZUNAHME EINER ARTHROSE
FEMOROPATELLAR UND
FEMOTIBIAL



Häufigkeit von Re-
generaten in der
Strecksehne



Diese Darstellung zeigt zum einen, daß durch die Patellektomie weniger die femoropatellare als die femorotibiale Arthrose gefördert wird, wie dies auch schon Viernstein festgestellt hat. Zum anderen korreliert das Auftreten von knöchernen Regeneraten in der Strecksehne nicht mit einer Femoropatellararthrose.

73. Analyse der schlechten Ergebnisse:

Patient W.K.: Der Patient, von Beruf Landwirt, lief 2 Jahre lang mit gerissener Strecksehne herum, nachdem er sich diese 8 Wochen nach operativer Entfernung der Knie-scheibe (wegen einer Trümmerfraktur) bei einem Unfall zerrissen hatte. Der M. Quadriceps wurde dadurch massiv geschädigt, so daß durch die Strecksehnenplastik, die zusammen mit einer suprakondylären Extensionsosteotomie durchgeführt wurde, keine entscheidende Besserung der Kniegelenksstabilisierung zu erwarten war.

Patient A.B.: Der Patient ist trotz einer hochgradigen Panarthrose beidseits infolge beidseitiger genua vara und beidseitiger Femoropatellararthrose relativ beschwerdearm. Durch die Arthrose ist die Beugung jedoch links nur bis zu 70 Grad möglich, weshalb die Anforderungen des täglichen Lebens stark erschwert sind.

Patientin E.M.: Nachdem die Patientin nach der Patellektomie 6 Jahre lang einen Schienennülsenapparat getragen hatte, wurde ihr Knie wegen zunehmender Schmerzen operativ versteift.

Patient A.B.: Der Patient zeigt eine massive Zunahme einer femorotibialen Arthrose infolge einer in schlechter Stellung verheilten Kondylentrümmerfraktur. Die fehlende Patella hat demgegenüber nur einen geringen Einfluß auf das Ergebnis.

Patientin M.R.: Die Patientin litt seit der Operation an einer nicht geklärten Tetraspastik, die mit einer muskulären Schwäche besonders des M. Quadriceps des operierten Knies einherging. Hierdurch wurde die Nachbehandlung stark erschwert. Die massive Panarthrose des operierten Kniegelenkes läßt sich am ehesten mit der fehlenden Muskulatur erklären. Eine Überlastung des Knies kommt nicht in Frage, da die Patientin seit der Operation mit Krücken ging.

8. SCHLUSBETRACHTUNG

Die Kniescheibe ist ein wichtiger Bestandteil im Streckapparat des Kniegelenks. An ihrem oberen Pol vereinigen sich die meisten Sehnenfasern der vier Teilmuskeln des M. Quadriceps, so daß die Patella eine Art Knotenpunkt der Streckkräfte darstellt. Die unterschiedlichen Zugrichtungen der Teilkräfte des Streckmuskels werden auf eine Hauptrichtung konzentriert. Durch ihre Dicke bewirkt die Kniescheibe gleichzeitig eine Vorverlagerung der Strecksehne, die so einen größeren Abstand von der Momentachse des Kniegelenks gewinnt. Folge davon ist, daß das Drehmoment des Kniegelenks bei allen Beugegraden mit Patella größer ist als ohne. Daraus folgt wiederum, daß ohne Kniescheibe eine größere Kraft (bei kleinerem Momentarm) erforderlich ist, um dieselbe Bewegung auszuführen, wie mit Kniescheibe. Eine größere Kraft hat aber eine stärkere Belastung der Gelenkelemente zur Folge. Dies ist besonders in den stärkeren Beugegraden der Fall. Aus theoretischen Überlegungen muß deshalb dem M. Quadriceps und der Ernährung des Gelenkknorpels das Hauptaugenmerk geschenkt werden, wenn man die Patella entfernt. Bei der Operationstechnik soll darauf geachtet werden, daß die Strukturen, die die Patella nach lateral ziehen, nach Entfernung der Kniescheibe vollständig durchtrennt werden, daß die aktiv medialisierende Zügelwirkung des distalen M. Vastus med.-Anteiles aber in Verbindung mit der Strecksehne gebracht wird. Dies sollte bei jeder der verschiedenen Techniken der Patellektomie beachtet werden, damit die Subluxation der Strecksehne nach lateral bei Beugstellung, wie sie bei eigenen Nachuntersuchungen beobachtet wurde, vermieden wird. Ein Vergleich von 31 ausführlichen Veröffentlichungen, die Nachuntersuchungsergebnisse nach Patellektomie bei verschiedenen Indikationen zum Thema haben, zeigte im Gesamtergebnis von 1099 nachuntersuchten Patellektomien in über 80% gute und befriedigende Ergebnisse. Dies kann durch eigene Nachuntersuchungen bestätigt werden. Ein ähnlicher Prozentsatz guter und befriedigender Ergebnisse wird von weiteren Autoren berichtet (Savill; Simurda; Zaricznyj; Bissell; Kümmerle und Weller; Keller; Kukla; Blauth). Als Gegner der Patellektomie müssen Baumgartl, Pfeil, Scott und Wass genannt werden, ferner auch I. S. Smillie, der Zurückhaltung mit dieser Operationsmethode empfiehlt.

Fortsetzung: 8. Schlußbetrachtung

Bei einem Vergleich der Nachuntersuchungsergebnisse,geordnet nach den verschiedenen Indikationen,schneidet die habituelle Patellaluxation mit über 95% guten und befriedigenden Resultaten bei weitem am besten ab.Es stellt sich allerdings die Frage,ob andere,weniger eingreifende Operationsmethoden nicht dasselbe zu leisten vermögen.Eine Patellectomie bei Trümmerfrakturen und bei Chondropathie ergibt in etwa 50% gute,in 35% befriedigende und in 15% schlechte Ergebnisse.Dies konnte auch bei den eigenen Fällen beobachtet werden.Bei den Trümmerfrakturen ist der Frühpatellectomie der Vorzug zu geben,das bedeutet es soll innerhalb von 4 Wochen nach dem Unfall operiert werden.Die Femoropatellararthrose als Indikation zur Patellectomie zeigt mit 25% schlechten Ergebnissen die ungünstigste Prognose.Dies muß mit der Vorschädigung von Gelenkknorpel und Muskulatur erklärt werden.Aus diesem Grunde sollte man die Indikation zur primären Patellectomie bei älteren Patienten,bei denen die eventuell resultierende Quadricepsschwäche nicht so sehr ins Gewicht fällt,größzügiger stellen.Eine operativ vereinigte Patellatrümmerfraktur zwingt wegen späterer Femoropatellararthrose oft zu einer sekundären Patellectomie mit einem nur selten guten Endergebnis.

Ein Vergleich der Spätresultate,bei denen die Patellectomie über 5 Jahre zurückliegt,läßt im Vergleich mit dem Gesamtergebnis von 1099 nachuntersuchten Fällen keine Verschlechterung mit der Zeit erkennen.Die eigenen Ergebnisse,die ebenfalls Spätresultate darstellen,sind etwas schlechter als die entspr. Spätergebnisse in der Literatur.Die gewählte Operationstechnik hat keinen deutlich erkennbaren Einfluß auf das Endergebnis.Es ließ sich nur eine geringe Überlegenheit der End zu End-Naht von Quadricepssehne und Ligamentum Patellae unter Verkürzung des Streckapparates über die einfache Naht des Streckapparates ohne Verkürzung erkennen.Ein deutlicher Unterschied zeigte sich dagegen bei einem Vergleich der Patellectomieergebnisse bei Trümmerfrakturen:Frühmobilisierte Patienten,d.h. Patienten,bei denen mit aktiven Bewegungsübungen innerhalb von 14 Tagen postoperativ begonnen wurde,zeigten ein deutlich besseres Endergebnis als spätmobilisierte.Das Resultat der Spätmobilisierten stimmt in etwa mit dem eigenen überein (die eigenen Patienten wurden auch spät mobilisiert).Während im eigenen Krankengut in etwa der Hälfte der

Fortsetzung: 8. Schlußbetrachtung

Fälle die Verschlechterung einer Arthrose bzw. das erstmalige Auftreten arthrotischer Zeichen im Röntgenbild beobachtet wurde, wobei dies mehr das femorotibiale als das femoropatellare Gelenk betraf, berichten andere Autoren über geringere Zahlen (maximal 25-40%, je nach Indikation). Die von fast allen Autoren beschriebenen knöchernen Regenerate im ehemaligen Patellabett wurden auch bei den eigenen Fällen in 75% beobachtet. Sie hatten in Übereinstimmung mit der Literatur keinen Einfluß auf das Ergebnis. Damit dürften die Befürchtungen, die Cohn, Bruce und Walmsley sowie De Palma nach experimenteller Patellektomie im Tierversuch aussprachen, nämlich daß eine starke Femoropatellararthrose durch die Patellektomie erwartet werden müsse, entkräftet werden.

Entscheidenden Anteil am Endergebnis nach Patellektomie hat der M. Quadriceps. Dies betont besonders Einola, der zu beweisen versuchte, daß nur ein guter Muskel auch ein gutes Ergebnis mit sich bringt. Viele Autoren berichten über eine bleibende Quadricepsschwäche nach Patellektomie (vgl. Tabelle im Abschnitt 6). Auch bei den eigenen Fällen hatten nur 5 von 25 Patienten bei der objektiven Kraftmessung dieselbe Kraft wie auf der Gegenseite. Zum gleichen Ergebnis kommt auch Einola. Dennoch berichten andere Autoren (Brooke, Burwell, Dobbie, West), daß auch ohne Kniescheibe sportliche Leistungen möglich sind. Besondere Beachtung verdient hier der Hinweis von Franke, wonach der englische Geher NIHILL trotz einer Patellektomie eine olympische Silbermedaille erringen konnte. Dies beweist, daß eine Patellektomie, wenn sie unter günstigen Bedingungen ausgeführt wird, beispielsweise eine Trümmerfraktur, die frühzeitig operiert wird, bei entsprechender Nachbehandlung und guter Motivation des Patienten keine Einbuße der Kniegelenksfunktion mit sich bringen muß.

9. ZUSAMMENFASSUNG

In der Arbeit soll die Problematik der Entfernung der Patella von verschiedenen Blickwinkeln aus betrachtet werden. Ausgehend von einer Darstellung der Anatomie des Femoropatellargelenkes wird die Biomechanik dem derzeitigen Stand in der Literatur entsprechend aufgezeigt. Ein Verlust der Patella bedeutet für das Kniegelenk eine Funktionsminderung, die durch eine verstärkte Arbeitsleistung des M. Quadriceps ausgeglichen werden muß. Hierdurch ergibt sich aber eine vermehrte Belastung der Gelenkelemente, die bei bestehender Vorschädigung des Gelenkes zu einem vorzeitigen Verschleiß führen muß. Eigene Untersuchungen zur funktionellen Anatomie des Femoropatellargelenkes ergänzen die Literaturangaben. Es wird besonders auf die Bedeutung der Zwangskreiselsung, die in einer Neutralisierung des physiologischen Valguswinkels zwischen Femur- und Tibialängsachse liegt, hingewiesen. Diese Bewegung ist maßgebend für das Verständnis nicht nur des Femoropatellargelenkes sondern für die Mechanik des Gesamtkniegelenkes. Nach einem Ausblick auf die historische Entwicklung und nach der Darstellung des derzeitigen Standes der Operationstechnik der Patellektomie werden 31 ausführliche Literaturveröffentlichungen über Patellektomieergebnisse, die insgesamt 1099 nachuntersuchte Fälle beinhalten, einander gegenübergestellt. Eigene Nachuntersuchungsergebnisse von 28 nachuntersuchten Patellektomien werden im Anschluß daran besprochen. Die wichtigsten Ergebnisse, die sich aus dem Gesamtüberblick ableiten lassen, sind folgende: In etwa 80% aller Fälle konnte ein gutes und ein befriedigendes Resultat erzielt werden. Die Ergebnisse werden mit der Zeit nicht schlechter, wie Spätresultate zeigen. Die Wahl der Operationsmethode hat keinen deutlichen Einfluß auf das Ergebnis. Spürbar bessere Resultate zeigten sich bei frühmobilisierten Patienten und bei nicht vorgeschädigtem Kniegelenk, weshalb primäre Patellektomien bevorzugt werden sollten. Knöcherne Regenerate in der Strecksehne sind häufig und haben keinen Einfluß auf das Ergebnis. Eine Quadricepsschwäche bleibt in vielen Fällen nach einer Patellektomie zurück. Entgegen theoretischen Überlegungen wird eine Arthrose durch die Patellektomie nur in wenigen Fällen gefördert, umso eher, je stärker das Gelenk vorgeschädigt ist. In den eigenen Fällen ist eine röntgenologische Verschlechterung etwas häufiger als in der Literatur zu beobachten. Die Patellektomie kann bei entsprechender Indikation (Trümmerfraktur mit Frühoperation; therapieresistente Chondropathie und habituelle Luxation; posttraumatische Arthrose) empfohlen werden, wenn gute Nachbehandlung und günstige Motivation des Patienten vorhanden sind.

10.LITERATURVERZEICHNIS

1. Ackroyd C.E. Patellectomy for Osteoarthritis;J.Bone and Joint Surg. 60-B(1978)353
2. Bandi W. Chondromalacia Patellae und femoropatellare Arthrose;Helv.chir.acta suppl.11 (1972)
3. Baumgartl F. Das Kniegelenk;Springer Berlin(1964)
4. Baumgartner R. Checkliste Orthopädie;Thieme Stuttgart (1983)
5. Berentey Gy. Partielle oder totale Patellektomie;Zbl.f.Chir. 10 (1965)371
6. Berkheiser Excision of the Patella in Arthritis;J.A.Med. Ass. 113 (1939)2303
7. Bissel A. Total Removal of the Patella;Am.J.Surg.40 (1938) 486
8. Blodgett D. Results of total and partial Excision of the Patella;J.Am.Med.Ass.106 (1936)2121
9. Blauth W. Operative Möglichkeiten als Alternative zum alloplastischen Gelenkersatz-die Patellektomie; Z.Orthop.117 (1979)442
- 10 Bluntschli H. Vademecum der Extremitätenanatomie;E.Reinhard Basel (1945)
- 11.Böhler J. Die Behandlung der Kniescheibenbrüche;Dt.med. Wschr.86 (1961)1289
- 12.Böhler L. Die Technik der Knochenbruchbehandlung;12.Aufl. W.Maudrich Wien (1954)
- 13.Boyd u. Hewkins Patellectomy;Surg.Gyn.Obst.86(1948)357
- 14.Brooke R. The Treatment of fractured Patella by Excision; Brit.J.Surg.24 (1937)733
- 15.Brooke R. Results of Patellectomy;Brit.med.J.I(1946)231
- 16.Bruce u. WalmsleyExcision of the Patella,some experimental Aspects;J.BoneJoint Surg.24 (1942)311
- 17.Burton u. Mc Kim Results of Excision of the Patella;Surg.Gyn.Obst 135 (1972)753
- 18.Burwell N. Early Mobilisation after Patellectomy;Brit.J. Surg.50 (1963)529
- 19.Cave E.F. The Patella and its Importance in Derangement of the Knee;J.Bone Joint Surg.32-A (1950)542
- 20.Cohn N. Total and partial Patellectomy,an experimental Study;Surg.Gyn.Obst.79 (1944)526
- 21.Campbell W.C. Campbell's Operative Orthopaedics,5th.ed.; C.V. Mosby St.Louis (1971)

22. Compere C.L. A new Method of Patellectomy for patellofemoral Arthritis; J. Bone Joint Surg. 61-A (1979) 714
23. Connolly J.F. De Palma's Management of Fractures and Dislocations; W.B. Saunders Philadelphia (1981)
24. Chaput Traitement des Fractures de la Rotule; Semaine med. 11 (1891) 250
25. Denham R.A. Mechanics of the Knee; J. Bone Joint Surg. 60-B (1978) 345
26. De Palma A. Joint Changes following experimental Patellectomy; J. Bone Joint Surg. 40-A (1958) 395
27. Dethloff J. Ergebnisse verschiedener Operationsmethoden bei Patellafrakturen; Acta orth. scand. 25 (1956) 296
28. Dexel M. Ergebnisse der Patellectomie beim femoropatellaren Knorpelschaden; Hefte z. Unfallheilk. 129 (1976) 378
29. Dobbie R.P. Treatment of fractured Patella by Excision; Am. J. Surg. 55 (1942) 339
30. Duthie H.L. The Results of total and partial Patellectomy; J. Bone Joint Surg. 40-B (1958) 75
31. Einola S. Patellectomy after Fracture; Acta orth. scand. 47 (1976) 441
32. Ficat P. Pathologie Fémoropatellaire; Masson et Cie. Paris (1970)
33. Fick R. Anatomie der Gelenke; in v. Bardeleben Karl, Handbuch der Anatomie des Menschen, Band II, erste Abteilung, 1. Teil; G. Fischer Jena (1904)
34. Fick R. Spezielle Gelenk- und Muskelmechanik; in v. Bardeleben Karl, Handbuch der Anatomie des Menschen, Band II, erste Abteilung, 3. Teil; G. Fischer Jena (1911)
35. Frankel V. Basic Biomechanics of the skeletal System; Lea und Febiger Philadelphia (1980)
36. Freehafer A.A. A Study of the Function of the Patella; Clin. Orthop. 25 (1962) 162
37. Freeman M.A. Arthritis of the Knee; Springer Berlin (1980)
38. Friberg S. Über Totalexstirpation der Patella; Acta chir. scand. 85 (1941) 361
39. Fürmaier A. Beitrag zur Mechanik der Patella und des Gesamtkniegelenkes; Archiv Orth. Unf. Chir. 46 (1953) 78
40. Fischer M. Zerreiß- und Druckprüfungen an der Kniescheibe; Arch. Orth. Unf. Chir. 70 (1971) 261

41. Franke E. Traumatologie des Sportes; 2. Aufl. G. Thieme Stuttgart (1980)
42. Geckeler E. Patellectomy for degenerative Arthritis; J. Bone Joint Surg. 44-A (1962) 1109
43. Goymann V. Neuere Untersuchungen zur Biomechanik der Patella; Z. Orthop. 112 (1974) 623
44. Goodfellow J. Patellofemoral Joint Mechanics and Pathology; J. Bone Joint Surg. 58-B (1976) 287
45. Hallen L. The screw-home movement of the knee joint; Acta orth. scand. 37 (1966) 97
46. Hamacher P. Totale Patellektomie; Hefte z. Unfallheilk. 120 (1974) 85
47. Haxton H. The function of the patella; Surg. Gyn. Obst. 80 (1945) 389
48. Heim U. Checkliste Traumatologie; G. Thieme Stuttgart (1981)
49. Heineck A.P. The modern operative Treatment of Fractures of the Patella; Surg. Gyn. Obst. 9 (1909) 8
50. Helfet A. Disorders of the Knee; J. B. Lippincott Philadelphia (1974)
51. Hoffer M. Results of 75 Patellectomies; Am. J. Surg. 111 (1966) 645
52. Horwitz T. Patellectomy in the military Service; Surg. Gyn. Obst. 82 (1946) 423
53. Jensenius H. On the Result of Excision of the Patella; Acta chir. scand. 102 (1951) 275
54. Johannson S. Excision of the Patella; Acta chir. scand. 52 (1920) 292
55. Jonasch E. Das Kniegelenk; De Gruyter Berlin (1964)
56. Kaplan E.B. The Iliotibial Tract; J. Bone Joint Surg. 40-A (1958) 817
57. Katthagen B.D. Indikation und Spätergebnisse der Patellektomie; Unfallheilk. 82 (1979) 357
58. Katz B. Quadriceps Strength after Patellectomy; Phys. Ther. Rev. 32 (1952) 401
59. Kaufer H. Mechanical Function of the Patella; J. Bone Joint Surg. 53-A (1971) 1551
60. Keller E. Zur Frage der totalen und partiellen Patellektomie; Mschr. f. Unfallheilk. 61 (1958) 172
61. Kümmerle F. Über die Indikation zur Patellektomie; Mschr. f. Unfallheilk. 64 (1960) 55
62. Kukla D. Indikation und Wert der Patellektomie; Chir.

- zu 62. Praxis 4 (1961)211
- 63.Lange M. Orthopädisch chirurgische Operationslehre;2.Aufl. Bergmann München(1962)
- 64.v.Lanz T. Praktische Anatomie,BandI,Teil 4,Bein und Statik;Springer Berlin (1938)
- 65.Lieb u. Perry A Study of Quadriceps function;J.Bone Joint Surg. 50-A (1968)1535
- 66.Lister J. A new Operation for the Fracture of the Patella; Brit.med.J.2(1877)850
- 67.Malgaigne Fractures;Paris (1850)
- 68.Matthews L. Load bearing Characteristics of the patello-femoral Joint;Acta orth.scand. 48 (1977)511
- 69.Mc Ausland R. Total Patellectomy;Am.J.Surg. 72(1946)510
- 70.Mc Ausland R. Results of total Patellectomy;AmJ.J.Surg.87 (1958)221
- 71.Mc Keever Patella Prosthesis;J.Bone Joint Surg.37-A (1955) 1074
- 72.Maquet P. Biomechanics of the Knee;Springer Berlin (1976)
- 73.Mishra U. Results of Patellectomy;Acta orth. scand.43 (1972)256
- 74.Morrison J.B. The Mechanism of the Knee Joint;J.Biomech.3 (1970)51
- 75.Morrison J.B. Function of the Knee Joint in various Activities Biomed.Eng.4 (1969)573
- 76.Müller W. Das Knie;Springer Berlin (1982)
- 77.Murphy J. Patellectomy;Surg.Gyn.Obst.6 (1908)262
- 78.Peebles R.E. Function after Patellectomy;Clin.Orthop.132 (1978)180
- 79.Perry J. Analysis of Knee Joint Forces;J.Bone Joint Surg. 57-A (1975)961
- 80.Pfeil E. Das Femoropatellargelenk;J.A.Barth Leipzig(1981)
- 81.Pickett J.C. Patellaplasty or Patellectomy;Clin.Orthop.144 (1979)103
- 82.Pierer H. Exstirpation der Kniescheibe,Ergebnisse;Chir. Praxis 3 (1960)101
- 83.Rauber-Kopsch Lehrbuch der Anatomie des Menschen;12.Aufl. G.Thieme Leipzig(1922)
- 84.Rauber-Kopsch Lehrbuch und Atlas der Anatomie des Menschen; 20.Aufl.,BandI,G.Thieme Stuttgart (1968)
- 85.Reich R. Treatment of patellar Fractures;Surg.Gyn.Obst. 98 (1954)553

- 86.Reilly D. Experimental Analysis of Quadriceps Force; Acta orth. scand.43 (1972)126
- 87.Riess J. Behandlungsergebnisse nach Patellektomie; Mschr.Unfallheilk.56 (1953)147
- 88.v.Rosen S. Spätresultate nach Patellektomie;Verh.dt.Ges. f. Orthop.40 (1952)135
- 89.Savill D.L. Synovectomy of the Knee in rheumatoid Arthritis J.Bone Joint Surg. 50-B (1968)220
- 90Schmier A. Excision of the fractured Patella;Surg.Gyn. Obst.81 (1945)370
- 91.Scott J. Fractures of the Patella treated by total Excision;J.Bone Joint Surg.31-B (1949)76
- 92.Shorbe H. Patellectomy and Repair of the Extensor Mechanism;J.Bone Joint Surg.40-A (1958)1281
- 93.Simurda M.A. Results of Patellectomy for Fracture and Chondromalacia;J.Bone Joint Surg.61-B (1979) 242
- 94.Smidt G.L. Biomechanical Analysis of Knee Flexion and Extension;J.Biomech.6 (1973)79
- 95.Smillie I.S. Injuries of the Knee Joint;Churchill Livingstone Edinburgh (1979)
- 96.Smillie I.S. Diseases of the Knee Joint;Churchill Livingstone Edinburgh (1980)
- 97.Stimson L.A. Treatment of Fracture of the Patella;Ann. Surg. 28 (1898)216
- 98.Stougard J. Patellectomy;Acta orth. scand.41 (1970)110
- 99.Sutton F. The Effect of Patellectomy on Knee Function; J.B.Joint Surg.58-A (1976)537
- 100.Tillmanns H. Lehrbuch der speziellen Chirurgie,5.Auflage, Band II,2.Teil,Veit und Co. Leipzig (1897)
- 101.Tippett G. Treatment of fractured Patella by Excision; Brit. med. J. 40 (1938)383
- 102.Todd End results of Fracture of the Patella;J.Bone Joint Surg. 32-B (1959)281
- 103.Toldt C. Anatomischer Atlas,C:Die Bänderlehre;Urban u. Schwarzenberg Berlin (1911)
- 104.Viernstein K. Über die Patellektomie und ihre Spätergebnisse; Arch.Orth.Unfallchir. 66 (1969)286
- 105.Viernstein K. Patellektomie;in:Intrae und postoperative Zwischenfälle,BandIII,Thieme Stuttgart (1970)
- 106.Wass S.H. Results of Patellectomy;Guy's Hosp.Rep.91 (1942)35
- 107.Weller S. Die Traumatologie des Kniegelenkes;Thieme(1962)

108. West F. Recurrent Dislocation of the Patella in the Adult; J. Bone Joint Surg. 40-A (1958) 386
109. West F. End Results of Patellectomy; J. Bone Joint Surg. 44-A (1962) 1089
110. Wiberg G. Roentgenographic and Anatomic Studies of the Femoropatellar Joint; Acta orthop. scand. 12 (1941) 441
111. Wilkinson J. Patellectomy-A Long-Term follow up; J. Bone Joint Surg. 59-B (1977) 352
112. Zaricznyi B. Reconstruction of the Quadriceps-Mechanism after Patellectomy; J. Bone Joint Surg. 54-A (1972) 1583

Am Schluß meiner Arbeit möchte ich Herrn Priv.Doz.
Dr.med. C.J. Wirth für die Überlassung des Themas,
für wichtige Hinweise bei der Gestaltung der Arbeit
sowie für die Übernahme des Referates herzlich danken.

Herrn Prof. Dr.med. M. Jäger, dem Direktor der Staatlichen
Orthopädischen Klinik München, danke ich für die Übernahme
des Coreferates.

Lebenslauf

Am 22. April 1953 wurde ich, Leonhard Döderlein, als Sohn des Redakteurs Johann-Ludwig Döderlein und seiner Ehefrau Friederike, geborene Krauss, in München geboren.

Von 1959 bis 1964 besuchte ich die Volksschule an der Alfonsstraße in München, anschließend von 1964 bis 1972 das humanistische Wittelsbacher Gymnasium in München. 1973 legte ich das Abitur am humanistischen Zweig des Nymphenburger Gymnasiums in München ab. Nach Ableistung des Krankenpflagedienstes an der Maria Theresia-Klinik in München studierte ich zunächst ein Semester Physik an der Ludwig Maximilians-Universität in München, anschließend bis 1981 Humanmedizin an der gleichen Universität. Am 23. Juni 1981 erhielt ich die Approbation als Arzt.

Vom 5.10. 1981 bis 31.12.1982 leistete ich meinen Grundwehrdienst als Sanitätsoffizier der Bundeswehr bei der Schule für Feldjäger und Stabsdienst in Sonthofen im Allgäu ab.

